Aus der Medizinischen Universitätsklinik Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. K. Kochsiek

# Ballaststoffe in der Ernährung alter Menschen

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Renate Scheppach

aus München

Würzburg, den 13. 5. 1982

Aus der Medizinischen Universitätsklinik Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. K. Kochsiek

# Ballaststoffe in der Ernährung alter Menschen

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Renate Scheppach

aus München

Würzburg, den 13. 5. 1982

| | |
|---|---|
| Referent: | Prof. Dr. med. H. Kasper |
| Korreferent: | Prof. Dr. med. K. Kochsiek |
| Dekan: | Prof. Dr. med. K.-A. Bushe |

Tag der mündlichen Prüfung: 28.7.1982

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

Inhaltsverzeichnis


| | Seite |
|---|---|
| A. Einleitung | 1 |
| B. Allgemeiner Teil | 2 |
| I. Ballaststoffe | 2 |
| 1. Nomenklatur, Chemie und Vorkommen | 2 |
| 2. Wirkungen und Nebenwirkungen | 4 |
| II. Durch Ballaststoffmangel begünstigte Krankheiten | 6 |
| III. Statistische Erhebungen zur Höhe des Ballaststoffverzehrs | 8 |
| 1. Heutiger Ballaststoffverzehr in der Bundesrepublik Deutschland | 8 |
| 2. Unterschiede im Ballaststoffverzehr in historischer, geographischer und sozioökonomischer Hinsicht | 8 |
| 3. Verminderte Ballaststoffzufuhr bei alten Menschen, bei Obstipierten und Divertikulosepatienten | 9 |
| IV. Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Ballaststoffverzehr und Darmfunktion | 1o |
| 1. Einfluß der Ballaststoffe auf Stuhlgewicht, Transitzeit und Stuhlfrequenz | 1o |
| 2. Einfluß der Ballaststoffe auf intraluminalen Druck und myoelektrische Aktivität im Colon | 14 |
| C. Eigene Untersuchungen | 17 |
| I. Probanden und Methoden | 17 |
| II. Ergebnisse | 2o |
| 1. Ergebnisse der Ernährungsanamnesen | 2o |
| 2. Ergebnisse der Fragebögen | 27 |
| 3. Ergebnisse des Versuchs mit Weizenkleie | 35 |
| III. Diskussion | 39 |
| D. Zusammenfassung | 42 |
| E. Anhang | 43 |
| F. Literaturübersicht | 52 |

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543526_0062

## A. Einleitung

Am Anfang der Ballaststofforschung steht die Beobachtung von Burkitt, nach der bestimmte Krankheiten, wie Obstipation, Divertikulose, Coloncarcinom und andere in den hochentwickelten westlichen Industriestaaten ungleich häufiger auftreten als in den unterentwickelten Ländern der Dritten Welt. Da es sich bei diesen "Western Diseases" vorwiegend um gastroenterologische Erkrankungen handelt, liegt es nahe, ihre Ursache in einer veränderten Ernährung zu suchen. Gestützt wird die Vermutung von einer weiteren Beobachtung: Nehmen die Bewohner der Dritten Welt westliche Lebensformen und Eßgewohnheiten an, weisen sie hinsichtlich der genannten Krankheiten die gleiche Häufigkeit auf wie die Menschen im Westen. Somit kann eine genetische Determination weitgehend ausgeschlossen werden. Dafür spricht auch der signifikante Rückgang dieser Krankheiten bei uns zu Kriegszeiten.

Zahlreiche epidemiologische und klinisch-experimentelle Studien untermauern den Zusammenhang zwischen einer an Ballaststoffen armen Ernährung und dem Auftreten von "Wohlstandskrankheiten". Unsere Lebensmittel wurden immer mehr verfeinert. Der Verzehr von Vollkornprodukten und Hülsenfrüchten ging zurück, der Konsum von Weißbrot, von Zucker - der vollkommen frei von Ballaststoffen ist - und von Fett stieg beständig an. Heute ist die Bedeutung einer ballaststoffreichen Ernährung zur Prophylaxe und Therapie vieler Krankheiten, besonders der Obstipation, unumstritten. Die Obstipation stellt für viele Menschen in unserer Gesellschaft ein großes Problem dar. Vor allem die ältere Generation ist davon betroffen. Deshalb wurde in der vorliegenden Arbeit die Ballaststoffzufuhr einer Gruppe alter Menschen ermittelt und mit der Häufigkeit von Obstipation und abdominellen Beschwerden in Beziehung gesetzt. Weiterhin wurde versucht, die Ballaststoffzufuhr durch Gabe von Weizenkleie zu erhöhen, um der Obstipation und dem damit häufig verbundenen Laxantienabusus zu begegnen.

## B. Allgemeiner Teil

### I. Ballaststoffe

#### 1. Nomenklatur, Chemie und Vorkommen

Zu Beginn sollen die Nomenklatur der Ballaststoffe, die chemische Zusammensetzung ihrer Einzelbestandteile und ihr Vorkommen erläutert werden.

Der Begriff Ballaststoffe umfaßt alle Nahrungsstoffe, die von den Enzymen des menschlichen Intestinaltraktes nicht gespalten werden können (18). Es handelt sich dabei um eine bezüglich ihrer Herkunft und chemischen Zusammensetzung sehr heterogene Gruppe.
Die meisten Ballaststoffe sind pflanzlicher Natur: Man bezeichnet diese auch als Nahrungsfasern = dietary fibre , obwohl sie nicht alle eine Faserstruktur aufweisen (7). Ihre wichtigsten Vertreter zeigen Tabelle und Abbildung 1.

Einige Ballaststoffe sind tierischer Herkunft, zum Beispiel Keratine, Kollagene und Elastine. Sie spielen gegenüber den pflanzlichen Ballaststoffen nur eine untergeordnete Rolle und werden meist vernachlässigt.

| | |
|---|---|
| Zellulose: | Polymer der D-Glucose in 1,4 $\beta$ Bindung (siehe Abb.1) |
| Hemizellulose: | ein Polysaccharid, das linear und verzweigt zahlreiche verschiedene Zuckerreste enthält (Glucose, Galaktose, Mannose u.a.) |
| Pektin: | lineare Ketten aus D-Galakturonsäure; wichtig ist seine Fähigkeit zur Gelbildung |
| Lignin: | ein Nicht-Kohlenhydrat aus substituierten Phenylpropanen; bei Anwesenheit von Lignin ist die bakterielle Verdaubarkeit der anderen Zellwandbestandteile erheblich reduziert |
| Gummis und Schleimbildner: | Guaran, Carubin, Carrageene, Alginate, Gummi arabicum, Karaya Gummi |

Tab. 1: Die wichtigsten Vertreter der Nahrungsfasern (32)

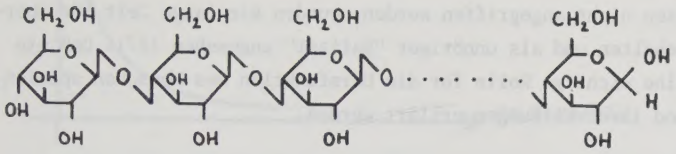


Abb. 1: Chemische Struktur der Zellulose (19)

Der Begriff Rohfaser = crude fibre ist an eine chemische Bestimmungsmethode gebunden. Die Nahrungsmittel werden einer Säuren- und Laugenbehandlung unterzogen und der Rückstand als Rohfaser definiert (Weende-Methode). Der Rohfaserwert hat physiologisch keine Bedeutung, da er nur einen Teil der tatsächlich in der Nahrung enthaltenen Ballaststoffe erfaßt, so etwa 5o-8o% der Zellulose, 2o% der Hemizellulose und 1o-5o% des Lignins (33). Da unsere Nahrungsmittel Ballaststoffe in unterschiedlicher Zusammensetzung enthalten, gibt es auch keinen allgemeingültigen Umrechnungsfaktor zwischen Rohfasern und Ballaststoffen. In der Praxis verwendet man als Näherungswerte für Getreide den Faktor 4-5, für Obst 2-3 und für Gemüse 2. Der Begriff Rohfaser ist heute eigentlich überholt. Er muß nur deshalb erklärt werden, weil die meisten Nahrungsmitteltabellen den Rohfaserwert und nicht den physiologisch relevanten Ballaststoffwert angeben.

Ballaststoffe sind hauptsächlich in Vollkornprodukten, Gemüse und Obst enthalten. Bei der Verfeinerung von kohlenhydrathaltigen Produkten, zum Beispiel beim Ausmahlen der Getreidekörner zu reinem weißen Mehl, gehen viele Ballaststoffe verloren. Zucker, durch Raffinade aus Zuckerrüben oder Zuckerrohr gewonnen, ist völlig frei von Ballaststoffen.

Kleie = bran ist ein Nebenprodukt der Mehlherstellung; sie enthält die Außenschicht der Getreidekörner. Ihre Zusammensetzung ist abhängig vom Mahlverfahren. Nach den Analysen von Southgate besteht sie zu etwa 44% aus Ballaststoffen; Kohlenhydrate, Proteine, Fett sowie Was-

ser und Spurenelemente sind in kleineren Mengen enthalten (35).

Da Ballaststoffe unverdaulich sind, also von den menschlichen Verdauungssekreten nicht angegriffen werden, wurden sie lange Zeit für überflüssig gehalten und als unnötiger "Ballast" angesehen (47). Daß sie dennoch eine wichtige Rolle für die Darmfunktion des Menschen spielen, soll anhand ihrer Wirkungen erklärt werden.

## 2. Wirkungen und Nebenwirkungen

Die Wirkung der Ballaststoffe beginnt bereits im Mund. Ballaststoffreiche Nahrung muß besser gekaut und intensiver eingespeichelt werden (47). Dadurch wird der Appetit gebremst und einer übermäßig hohen Energiezufuhr eine natürliche Barriere vorgeschoben.

Ihre wichtigste Eigenschaft entfalten die Ballaststoffe aber erst im Magen und im Darm. Sie binden Wasser und vergrößern dadurch das Volumen des Speisebreis beträchtlich: 1oo g Kleie zum Beispiel binden 45o g Wasser (18). Dies hat mehrere Konsequenzen: Die vermehrte Füllung des Gastrointestinaltrakts löst schneller ein Sättigungsgefühl aus. Der voluminöse Speisebrei passiert alle Darmabschnitte schneller, insbesondere Colon und Rectum. Die Stuhlmasse bleibt bis zur Defäkation wasserhaltig und geschmeidig. Die Transitzeit sinkt, das Stuhlgewicht sowie der Wassergehalt des Stuhls steigen. Burkitt wies auf den Zusammenhang der indirekten Proportionalität zwischen Transitzeit und Stuhlgewicht hin ( 8, Abb. 2).

Eine voluminöse, wasserreiche Stuhlmasse kann im Darmlumen wesentlich leichter transportiert werden als kleine, eingedickte Kotballen. Nach dem Gesetz von Laplace (Transmuraler Druck = Wandspannung:Radius) ist der auf den Darminhalt ausgeübte Druck umgekehrt proportional dem Durchmesser der Darmlichtung. Voluminöser Darminhalt bedeutet folglich großen Durchmesser und niedrigen intraluminalen Druck (28).
(Studien über den Einfluß des Ballaststoffverzehrs auf Transitzeit, Stuhlgewicht und intraluminalen Druck im Colon werden im Abschnitt IV ausführlich dargelegt).

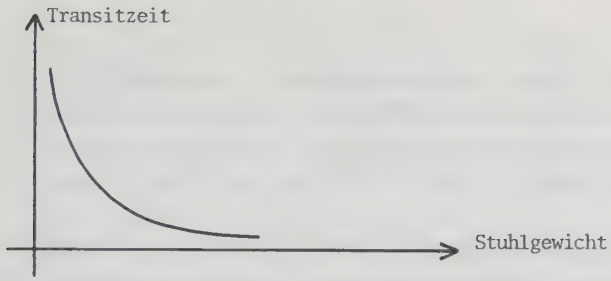



Abb. 2: Zusammenhang zwischen Transitzeit und Stuhlgewicht

Die Volumenzunahme des Speisebreis bewirkt, daß sich der Kontakt der Darmwand mit Nährstoffen, aber auch Giftstoffen, verringert (Verdünnungseffekt). Die Berührung mit den Mikrovilli wird durch dazwischengelagerte Ballaststoffe behindert (26). Darüber hinaus sind manche Ballaststoffe in der Lage, Cholesterin, Gallensäuren und andere Substanzen physikalisch oder chemisch zu binden und somit einer Resorption zu entziehen (47). Weiterhin kann der Einfluß der Fasern auf den Bakterienstoffwechsel des Darms Veränderungen des Redoxpotentials und des pH hervorrufen (14).

Meist sind die Wirkungen der Ballaststoffe vom klinischen Standpunkt aus erwünscht. In geringem Umfang treten jedoch Nebenwirkungen auf. So führt der oben beschriebene Verdünnungseffekt zu einer verminderten Resorption der Spurenelemente Eisen, Calcium und Zink (26); daraus entwickeln sich aber in der Regel keine klinisch manifesten Mangelerscheinungen. Auch die Resorption von Pharmaka kann behindert sein (26). - In den ersten Tagen einer vermehrten Ballaststoffzufuhr treten meist Völlegefühl und Blähungen auf. Das ist folgendermaßen zu erklären: Die Nahrungsfasern passieren den Dünndarm zwar unverändert, werden aber im Colon durch Bakterien teilweise gespalten. Dabei entstehen Gase wie $CO_2$, $H_2$, $CH_4$, $H_2S$ (18). Nach Adaptation der Mikroflora verschwinden die genannten Beschwerden fast vollständig.

In seltenen Fällen kann die Einnahme von Weizenkleie zu einer Obstruktion des Darmlumens führen. In der Literatur (17, 25) wird über insgesamt fünf Patienten berichtet, bei denen große Mengen trockener, sprö-

der Weizenkleie im Rektum einen mechanischen Ileus verursachten. Allerdings lag die zugeführte Dosis mit 6 Eßlöffel (entsprechend 3o g) an der oberen Dosierungsgrenze; in einem Fall wurde mit 16o-2oo g/Tag ein Vielfaches der üblichen Dosis verzehrt. Ob die Patienten genügend Flüssigkeit zu sich nahmen, war aus der Literatur nicht klar ersichtlich.

Insgesamt können die Nebenwirkungen der Ballaststoffe als unerheblich betrachtet werden. Ein Ballaststoffmangel hingegen wird heute mit zahlreichen Krankheiten in kausalem Zusammenhang gesehen. Damit beschäftigt sich der folgende Abschnitt.

## II. Durch Ballaststoffmangel begünstigte Krankheiten

Der Zusammenhang zwischen ballaststoffarmer Ernährung und Obstipation ist offensichtlich. Ein Mangel an Faserstoffen führt zur Verlängerung der Transitzeit sowie zu stark eingedickten, harten Stühlen. Defäkationen finden nur selten statt. - Natürlich spielen für die Entstehung der Obstipation auch noch andere Ursachen eine Rolle, wie zu geringe Flüssigkeitszufuhr, Bewegungsmangel, Streß und häufige Unterdrükkung des Defäkationsreizes.

Der geringe Füllungseffekt beim Verzehr einer verfeinerten, konzentrierten Nahrung läßt erst relativ spät ein Sättigungsgefühl aufkommen. Die Nährstoffausnutzung der Nahrung hingegen ist aufgrund großer Kontaktfläche und langer Kontaktzeit optimal und begünstigt so das Entstehen einer Adipositas.

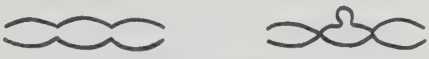
Bei einer geringen Füllung des Darms wird das Darmlumen enggestellt. Heftige segmentale Kontraktionen sind nötig, um den Darminhalt weiterzutransportieren. Dabei kann sich das verkleinerte Darmlumen ganz verschließen. In den so entstandenen "Überdruckkammern" stülpt sich die Schleimhaut zu Divertikeln aus (5, 6, 12, Abb. 3).

a) Darm bei ballaststoffreicher Ernährung

entspannt

Segmentkontraktion, Lumen bleibt aber geöffnet

b) Darm bei ballaststoffarmer Ernährung



entspannt, Lumen primär enger

Segmentkontraktion, Lumen verschließt sich, Divertikel entstehen

Abb. 3: Entstehung von Divertikeln bei erhöhtem intraluminalen Druck (7)

Für die Pathogenese der akuten Appendicitis ist möglicherweise ein ähnlicher Mechanismus verantwortlich, wobei hier die Obstruktion des Appendixlumens zu einer sekundären bakteriellen Invasion der druckgeschädigten Schleimhaut führt (37).

Eine weitere Folge der starken Koteindickung ist ein hoher intraabdomineller Druck, der über die Bauchpresse zur Entleerung des harten Stuhls erzeugt werden muß. Damit wird versucht, die Entstehung von Hämorrhoiden, Beinvaricosis und der Hiatushernie zu erklären (37).

Bei faserarmer, fettreicher Ernährung ist die Konzentration von Gallensäuren und Cholesterin im Dickdarminhalt erhöht und das Bakterienspektrum leicht zugunsten der Aerobier verschoben. Diese Bakterien bauen die genannten Steroidverbindungen bevorzugt zu Desoxycholsäure, 20-Methylcholanthren und Cyclopentaphenanthren ab, Verbindungen, welche als Cocarcinogene und Carcinogene gelten. Man spricht ihnen eine Bedeutung in der Ätiologie des Coloncarcinoms sowie der Colonpolypen (potentielle Präcancerosen) zu.

Außerdem regt die im Colon resorbierte Desoxycholsäure die Leber zur

Produktion einer lithogenen Galle mit erhöhter Cholesterinkonzentration an. Die Entstehung von Gallensteinen wird dadurch begünstigt (18). Auch Hypertriglyceridämie und Hypercholesterinämie werden mit Ballaststoffmangel in Zusammenhang gebracht (38,44). Der serumcholesterinsenkende Effekt von Pektin konnte experimentell bewiesen werden (32).

Noch als hypothetisch gelten Vermutungen über einen günstigen Einfluß der Pflanzenfasern auf den Diabetes mellitus. Ballaststoffe sollen die Zuckerresorption und die reaktive Insulinfreisetzung vermindern. Positive Therapieerfolge bei Diabetikern und gastrektomierten Patienten mit Neigung zu postprandialen Hypoglykämien (Dumping-Syndrom) konnten bereits verzeichnet werden (23, 26).

Ferner finden sich in der Literatur Hinweise, daß sich Ballaststoffe über eine Verminderung der Natriumresorption präventiv auf die Entwicklung einer Hypertonie auswirken könnten (32).

## III. Statistische Erhebungen zur Höhe des Ballaststoffverzehrs

### 1. Heutiger Ballaststoffverzehr in der Bundesrepublik Deutschland

Nach Untersuchungen von Rottka (39) betrug die durchschnittliche tägliche Zufuhr von Pflanzenfasern in der BRD im Jahr 1975 etwa 25 g. Davon entfielen auf Frauen im Durchschnitt 21-24 g, auf Männer 24-27 g. Das Spektrum reichte von minimal 1,o5 g bis maximal 143 g. Wesentliche regionale Unterschiede innerhalb der BRD konnten nicht festgestellt werden. - In einer Studie von Thomas und Rienermann (46) wird der tägliche Rohfaserverzehr in Deutschland für 197o auf 5,15 g geschätzt.

### 2. Unterschiede im Ballaststoffverzehr in historischer, geographischer und sozioökonomischer Hinsicht

Die beiden oben genannten Arbeiten beschäftigen sich auch mit dem drastischen Rückgang des Ballaststoffverzehrs in Deutschland in den letzten hundert Jahren. Danach wurden im Jahr 188o noch rund 1o3 g Pflan-

zenfasern pro Tag und Person verzehrt (39), beziehungsweise 12,56 g Rohfaser (46). Erhebungen aus den USA weisen die gleiche Tendenz auf: Heller (21) berichtet, daß der tägliche Rohfaserverzehr in den Vereinigten Staaten von 6,8 g im Jahr 19o9 auf 4,9 g im Jahr 1958 absank und bis dato (1978) gleich blieb. In einer anderen Studie wurden in Connecticut 21 Probanden im Alter von durchschnittlich 57 Jahren über die Ernährung einer Woche befragt. Sie nahmen im Durchschnitt 3,5 g Rohfaser bei 1993 kcal zu sich (13).

Einen hochsignifikanten Unterschied im Rohfaserkonsum zwischen den unterentwickelten Ländern der Dritten Welt und den westlichen Industrienationen konnte Trowell 1976 mit Zahlen belegen: Afrikanische Landbewohner nehmen im Durchschnitt täglich 25 g Rohfaser zu sich; davon entfallen 13 g auf Getreideprodukte und 12 g auf Obst und Gemüse. Im Vergleich dazu verzehrt der britische Erwachsene etwa 4 g Rohfaser pro Tag, davon o,5 g aus Getreideprodukten, 1 g aus Kartoffeln und 2,5 g aus Obst und Gemüse. Es wird offensichtlich, daß nicht nur der Rohfaserverzehr insgesamt, sondern auch der prozentuale Anteil der Getreideprodukte in Groß-Britannien erheblich niedriger liegt. - Die heute aktuellen Pflanzenfaserwerte betragen 4o-6o g für die afrikanische Landbevölkerung und 12-15 g für die Briten (48).

Auf einen unterschiedlich hohen Ballaststoffverzehr in verschiedenen sozioökonomischen Gruppen wies Kasper hin. Vergleichende Untersuchungen an Arbeitern, Studenten, Hochschullehrern und Angestellten ließen erkennen, daß der Rohfaserverzehr mit steigendem Sozialstatus sinkt (27).

## 3. Verminderte Ballaststoffzufuhr bei alten Menschen, bei Obstipierten und Divertikulosepatienten

In Schweden wurde die Ballaststoffzufuhr von Pensionären mit einer neuen Methode, dem Papain-Amylase-Verfahren, ermittelt. Dabei werden wasserlösliche und wasserunlösliche Faserstoffe getrennt behandelt. Es ergaben sich 27,5 g tägliche Ballaststoffzufuhr für Männer, 21,1 g für Frauen. Die Vergleichswerte nach der Methode von van Soest und Wine betrugen 17,8 g ( ♂ ) und 11,1 g ( ♀ ) pro Tag (2).

In einer amerikanischen Studie wurden 59 Frauen im Alter zwischen 58 und 89 Jahren über ihre Ernährung befragt und eine tägliche Ballaststoffzufuhr von 14 g ermittelt. Varianzanalysen zeigten, daß Frauen mit Obstipation und Laxantieneinnahme signifikant weniger als 14 g zu sich nahmen. Diejenigen hingegen, die zwar auch eine Neigung zu Obstipation aufwiesen, aber keine Laxantien einnahmen, lagen über dem mittleren Ballaststoffwert (24).

Brodribb verglich in England die Rohfaserzufuhr von 4o Divertikulosepatienten mit derjenigen von 8o in Alter und Geschlecht entsprechenden gesunden Kontrollpersonen. Die Divertikulosepatienten verzehrten durchschnittlich 2,6 g Rohfaser pro Tag, die Personen der Vergleichsgruppe hingegen 5,2 g (4).

## IV. Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Ballaststoffverzehr und Darmfunktion

### 1. Einfluß der Ballaststoffe auf Stuhlgewicht, Transitzeit und Stuhlfrequenz

Da die Beurteilung der Darmfunktion mit den Begriffen "Obstipation" - "normale Darmentleerung" - "Diarrhoe" sehr von subjektiven Maßstäben abhängt, werden als objektive Kriterien Stuhlgewicht, Transitzeit sowie Stuhlfrequenz herangezogen. - Die Transitzeit wird dabei in der Regel nach der Hinton-Methode ermittelt: Der Proband schluckt zusammen mit der Mahlzeit 25 reiskorngroße, bariumsulfatbeschichtete und somit röntgendichte Kügelchen. Die danach abgesetzten Stühle werden geröngt. Sind 2o Kügelchen (8o%) ausgeschieden, gilt die Passagezeit als abgeschlossen. - Seltener wird die Carmine-Methode angewandt. Dabei erhält der Proband eine Gelatinekapsel mit rotem Farbstoff (Carmine). Die Passagezeit wird als Zeit von der Einnahme der Kapsel bis zur Rotfärbung des Stuhls definiert (5).

epidemiologische Untersuchungen

- Im Jahr 1972 untersuchten Burkitt, Walker und Painter an über 1200 Patienten die Passagezeit und das Stuhlgewicht in Abhängigkeit von verschiedenen Kostformen. Sie fanden zum Beispiel bei 500 auf dem Land lebenden afrikanischen Schülern, die eine grobe, kohlenhydratreiche Kost zu sich nahmen, eine Transitzeit von 33,5 h und ein Stuhlgewicht von 275 g pro Tag. Demgegenüber wiesen 9 Studenten an einem englischen Internat, die eine sehr verfeinerte Nahrung verzehrten, eine Transitzeit von 76 h und ein Stuhlgewicht von 110 g pro Tag auf (9).
- Ähnliche Ergebnisse erbrachte eine Studie von Gögler (16), der afrikanische Landbevölkerung, Afrikaner mit westlichem Lebensstil, in Afrika lebende Europäer und Berliner Stadtbevölkerung miteinander verglich. Die drei letztgenannten Gruppen unterschieden sich in Stuhlgewicht und Transitzeit nur geringfügig. Die eingeborenen Afrikaner hingegen mit ihrer traditionellen Ernährung hatten ein dreifach höheres Stuhlgewicht (307 g/Tag) und eine doppelt so schnelle Transitzeit (33 h). Gögler schloß daraus, daß die Darmtätigkeit nicht von der Rasse, sondern von der Ernährung abhängt.

experimentelle Studien an gesunden Probanden

In den nun folgenden Versuchen wurde an einem konstanten Kollektiv die Änderung der Darmfunktion als Reaktion auf eine veränderte Ballaststoffzufuhr gemessen:

- Bereits 1953 konnten Mc Cance, Prior und Widdowson (34) an sechs gesunden Probanden zeigen, daß Schwarzbrot (1,82 % Rohfaser) den Darm schneller passierte und 24 Stunden früher verließ als die gleiche Menge Weißbrot (fast rohfaserfrei).
- Paylor (bei 7) ersetzte 1973 in der Nahrung englischer Schüler Weißbrot durch Vollkornbrot und fügte täglich zwei gehäufte Kaffeelöffel Weizenkleie hinzu. Daraufhin sank die Transitzeit von 64,5 h auf 45,9 h; das Stuhlgewicht stieg von 135 g/Tag auf 163 g.
- In einer Studie von Cummings (10) verzehrten sechs gesunde Freiwillige drei Wochen lang eine kontrollierte Diät mit Zusatz von Weizenkleie. Die Zufuhr von Pflanzenfasern stieg damit von 17 g auf 45 g pro Tag. In Abhängigkeit davon stieg das Stuhlgewicht von 79 g $\pm$ 6,6

auf 228 g ± 29,9. Die Transitzeit sank von 57,8 h ± 8,3 auf 4o,3 h ± 8,9.

- In einer weiteren Arbeit (33) erhielten acht gesunde Erwachsene zwei Wochen lang täglich 1 g Weizenkleie pro Kilogramm Körpergewicht. Ihre sonstigen Ernährungsgewohnheiten blieben unverändert. Ihr Stuhlgewicht vor dem Versuch betrug durchschnittlich 114 g. Es stieg in der ersten Woche auf 263 g, und in der zweiten Woche weiter auf 3o3 g.

- Kelsay (29) untersuchte 1978 selektiv die Wirksamkeit der Pflanzenfasern aus Obst und Gemüse. Zwölf Probanden zwischen 37 und 58 Jahren verzehrten nacheinander, jeweils 26 Tage, zwei verschiedene Diäten, die sich nur in ihrem Ballaststoffgehalt unterschieden. Die ballaststoffreiche Diät enthielt viel Obst und Gemüse (entsprechend 12 g Rohfaser), die ballaststoffarme Diät hingegen Obst- und Gemüsesäfte (1g Rohfaser). Keine der Diäten enthielt Vollkornprodukte. - Dennoch lag bei der ersten Diät das Stuhlgewicht signifikant höher. Die Transitzeit betrug 38 h im Vergleich zu 52 h. Die Anzahl der Defäkationen betrug 1O ± 1 in sieben Tagen, im Gegensatz zu 7 ± 1 bei der ballaststoffarmen Diät.

- Southgate (36) verwendete als Ballaststofflieferant Bagasse, den Preßrückstand bei der Zuckerrohrgewinnung, welcher viel Lignin enthält. In seiner neunmonatigen Studie verzehrten gesunde Probanden täglich 1o,5 g Bagasse zusätzlich zu ihrer normalen Ernährung mit einem Rohfasergehalt von 3,7 g. Das mittlere Stuhlgewicht stieg dabei von 88,3g ± 6,4 auf 139,7 g ± 1o,2. Eine Beschleunigung der Transitzeit konnte mit der Carmine-Methode festgestellt werden. Auch die Hinton-Methode zeigte eine Beschleunigung, die allerdings statistisch nicht signifikant war. - Die mittlere Häufigkeit der Stuhlentleerungen stieg von o,98 ± o,o5 pro Tag auf 1,35 ± o,12.

Ballaststoffe und Obstipation

Besondere Bedeutung gewinnen diese Untersuchungen für Prophylaxe und Therapie der Obstipation.

- So behandelte Matzkies (32) chronisch Obstipierte mit einer faserreichen Diät (23 g Rohfaser pro Tag, entsprechend 6o g Pflanzenfasern). Bei einigen Patienten verschwand die Obstipation innerhalb kurzer Zeit vollständig. Allerdings bereitete es Schwierigkeiten, die Pa-

tienten für die Therapie zu motivieren. Besonders ältere Frauen lehnten die ungewohnte Nahrung primär ab.

- In Schweden wurde 1979 eine vergleichende Studie an zehn obstipierten älteren Patienten in stationärer Behandlung durchgeführt. Andersson und Mitarbeiter (1) behandelten die Patienten zum einen acht Wochen lang mit einem Quellmittel (Vi-Siblin, 12 g/Tag), zum anderen mit Kleie (2o g/Tag). Im ersten Fall betrug die Transitzeit 126 h, unter Kleie hingegen 89 h. Ursache war hauptsächlich eine Beschleunigung der Passage durch Sigma und Rectum unter Kleiegabe.
- Als Extrembeispiel einer ballaststoffarmen Ernährung soll die Astronautenkost erwähnt werden. Winitz beschrieb 1965 bei Raumfahrern schwerste Obstipationen mit nur einer Darmentleerung pro Woche.

Ballaststoffe und funktionelle Diarrhoe

Die beiden nun folgenden Untersuchungen sollen zeigen, daß Ballaststoffe die Transitzeit nicht in jedem Fall verkürzen, sondern gelegentlich sogar verlängern können. Damit eignen sie sich sowohl zur Therapie der Obstipation als auch der funktionellen Diarrhoe.

- Harvey, Heaton und Pomare (2o) bestimmten 1973 an 2o Personen die Transitzeit bei herkömmlicher, faserarmer Ernährung. Dann wurden die Probanden vier Wochen lang ballaststoffreich ernährt, entweder mit einer allgemein ballaststoffreichen Diät oder durch Zugabe von 3o g Weizenkleie pro Tag. Die Ergebnisse waren nicht einheitlich. Bei Personen mit primär hoher Transitzeit sank diese im Mittel von 3,8 auf 2,4 Tage. Bei Personen mit primär kurzer Transitzeit hingegen verlängerte sich diese von 1,o auf 1,7 Tage.
- Brodribb (4) behandelte 4o Divertikulosepatienten über einen Zeitraum von sechs Monaten mit 24 g Weizenkleie pro Tag. Das Stuhlgewicht stieg von 66 g auf 89 g pro Tag. Die Transitzeit sank bei denjenigen Patienten, deren Ausgangswert über 6o h lag; sie stieg dagegen an bei Patienten mit einer Anfangszeit unter 36 h.

Einfluß von Herkunft, Partikelgröße und Grad der Hitzeeinwirkung auf die Wirkung der Ballaststoffe

Bei der Ballaststoffzufuhr müssen neben der Menge der Ballaststoffe auch ihre Herkunft, das heißt chemische Zusammensetzung, und ihre Par-

tikelgröße berücksichtigt werden. Darüber hinaus ist von Bedeutung, ob sie roh oder gekocht verzehrt werden.

- Cummings (11) untersuchte an 19 Freiwilligen die Wirkung verschiedener Ballaststoffträger in Abhängigkeit von ihrem Pentosegehalt. Einer kontrollierten Grundnahrung wurden jeweils 2o g Ballaststoffe pro Tag als Kleie, Kohl, Karotten, Äpfel oder Guar Gummi zugesetzt und anschließend das Stuhlgewicht ermittelt. Es erhöhte sich nach Kleiegabe um 127 %, durch Kohl um 69 %, Karotten um 59 %, Äpfel um 4o % und nach Guar Gummi um 2o %. Die Änderungen waren dem Pentosegehalt der Pflanzenfasern proportional. - Die Ballaststoffe mit einem hohen Gehalt an Pentose (wie Hemizellulose) erhöhen das Stuhlgewicht also wesentlich stärker als solche mit einem niedrigen Pentosegehalt (wie Zellulose, Lignin). Die Ursache dafür liegt in der höheren Wasserbindungskapazität von pentosehaltigen Polysacchariden. Die Überlegenheit von pentosehaltigen Getreideprodukten, insbesondere von Kleie, gegenüber Obst und Gemüse in der Therapie der Obstipation konnte somit bewiesen werden.
- Brodribb (3) untersuchte den Einfluß der Partikelgröße von Weizenkleie auf die Darmfunktion. 21 Personen verzehrten täglich 2o g Kleie, einmal grob belassen, einmal fein gemahlen. Die grobe Kleie erhöhte das Stuhlgewicht von 14o,1 g pro Tag auf 219,4 g, die feine Kleie hingegen nur auf 199,o g. Die Ursache für diese Differenz war wieder in einer unterschiedlichen Wasserbindungskapazität zu suchen: 1 g grobe Kleie bindet 7,3 g Wasser, 1 g feine Kleie dagegen nur 3,9 g. - Die Stuhlfrequenz stieg bei Gabe von grober Kleie ebenfalls stärker an als bei Gabe von feiner Kleie. Der Unterschied war allerdings statistisch nicht signifikant.
- Nach den Ergebnissen einer Studie von Wyman (5o) ist zu vermuten, daß gekochte Kleie eine geringere Wirkung hat als rohe.

## 2. Einfluß der Ballaststoffe auf intraluminalen Druck und myoelektrische Aktivität im Colon

Der intraluminale Druck spielt vor allem in der Pathogenese der Divertikulose eine große Rolle (Abb. 3). Die Divertikulose ist in Deutschland besonders bei alten Menschen überaus häufig; schätzungsweise kommt

sie bei mehr als 5o% der Bevölkerung über 65 Jahren vor (6). Die folgenden Versuche sollen zeigen, daß Ballaststoffe den intraluminalen Druck im Colon senken und damit zur Prophylaxe und Therapie der Divertikulose eingesetzt werden können.

- Taylor und Mitarbeiter (45) behandelten 2o Divertikulosepatienten einen Monat lang mit Kleietabletten (entsprechend 18 g Kleie täglich). Neben einer Erhöhung des Stuhlgewichts und einer Beschleunigung der Transitzeit konnte auch ein Absinken des intraluminalen Drucks festgestellt werden. Die Messung erfolgte mit dünnen, wassergefüllten Röhrchen mit offenem Ende, die über ein Rectosigmoidoskop in den Darm eingeführt werden und dort etwa eine Stunde liegen bleiben. Die primär erhöhte Motilität (= der Prozentsatz der Zeit, in dem Presswellen registriert werden) von 14,2% sank durch die Kleiegabe in den Normalbereich auf 6,5%. - Weiterhin wurde mit Hilfe einer intraluminalen Saugelektrode die elektrische Aktivität im Dickdarm gemessen. Der für Divertikulose typische schnelle Rhythmus sank ab.

- Auch Brodribb (4) beobachtete unter Kleietherapie einen Rückgang der hohen intracolischen Druckwellen, besonders während und nach dem Essen. Bei 33 seiner 4o Patienten besserte sich auch das klinische Bild der Divertikulose.

- In einer prospektiven, klinisch kontrollierten Studie mit Divertikulosepatienten verglich Weinreich (49) die Wirkungen von Kleie, Hyoscyamin (einem Spasmolyticum) und Placebo. Der intraluminale Druck als objektiver Parameter sank nur unter Kleie und Hyoscyamin, das subjektive Befinden besserte sich allerdings auch unter Placebo.

- Einen weiteren Versuch zu diesem Thema führte Brodribb (5) mit Affen durch. Er fütterte die Affen mit unterschiedlichen Ballaststoffmengen und registrierte jeweils den intraluminalen Druck im Colon descendens, die Anzahl der Kontraktionen der Ringmuskulatur pro Zeiteinheit und die myoelektrische Aktivität (= Prozentsatz der Zeit, in der elektrische Entladungen an der glatten Muskulatur stattfinden). Bei ballaststoffreicher Kost fand sich war ein erniedrigter intraluminaler Druck im Colon descendens, der allerdings nicht immer mit verminderten Kontraktionen der Ringmuskulatur und einer verringerten myoelektrischen Aktivität korrelierte.

- Kirwan und Smith (3o) führten Versuche mit 15 Divertikulosepatienten, 4 Obstipierten und 7 Patienten mit Colon irritabile durch. Die Probanden verzehrten 4 Wochen lang täglich 2o g grobe Kleie. Vor Beginn des Versuchs sowie bei Versuchsende wurden die Transitzeit und der intraluminale Druck bestimmt. - Die Transitzeit, die in jeder Patientengruppe primär erhöht war, konnte durch Kleie signigikant gesenkt werden. Dabei wurde nachgewiesen, daß Kleie die Transitzeit durch alle Teile des Colons (C. ascendens, C. transversum, C. descendens, Sigma) fast gleichermaßen senkt. - Der intraluminale Druck wurde mit Motilitätsindices erfaßt. Bei den Divertikulosepatienten fiel der Nüchtern-Motilitätsindex durch die Kleietherapie von 1848 ± 387 auf 764 ± 214; der postprandiale Motilitätsindex sank von 2566 ± 415 auf 1771 ± 264 und der Index nach Prostigminstimulation von 5298 ± 457 auf 3968 ± 511. - Wider Erwarten waren Transitzeit und intraluminaler Druck negativ korreliert; das heißt: Patienten mit initial stark erhöhter Transitzeit wiesen meist einen nur geringfügig erhöhten intraluminalen Druck auf und umgekehrt.

## C. Eigene Untersuchungen

### I. Probanden und Methoden (Ernährungsanamnesen, Fragebögen, Versuch mit Weizenkleie)

#### Probanden

Als Ausgangskollektiv für die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen dienten Bewohner eines Würzburger Altenheims: 48 Probanden, 7 Männer und 41 Frauen. Sie waren zwischen 66 und 93 Jahren alt, das Durchschnittsalter lag bei 78,5 Jahren (vergl. Abb. 15). Dauernd bettlägrige Patienten sowie Patienten in sehr schlechtem körperlichen oder geistigen Zustand wurden in die Studie nicht einbezogen.

#### Ernährungsanamnesen

Zunächst wurde die Nahrungsaufnahme der jeweils vorangegangenen Woche erfragt. Für die Erstellung der Ernährungsanamnesen standen die Speisepläne der Altenheimküche zur Verfügung, so daß den Probanden als Gedächtnisstütze die einzelnen Mahlzeiten beschrieben werden konnten. - Die Ernährungsanamnesen wurden mit Hilfe der Nahrungsmitteltabellen von Souci/Bosch (43) und Mc Cance/Widdowson (35) ausgewertet und der durchschnittliche Tagesverzehr der wichtigsten Nahrungsbestandteile errechnet (Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate, Zucker, Stärke, Vitamin $B_1$, Vitamin C und Ballaststoffe). Ferner wurde die durchschnittliche Energiezufuhr ermittelt.

#### Fragebögen

Anhand eines Fragebogens (siehe Anhang I) wurden den Probanden Fragen vorgelegt über

- persönliche Daten
- Erkrankungen, insbesondere gastroenterologische Erkrankungen und derzeit bestehende abdominelle Beschwerden
- Ernährungsgewohnheiten
- Stuhlfrequenz
- Medikamentenkonsum, insbesondere die Einnahme von Laxantien
- körperliche Aktivität.

Versuch mit Weizenkleie

Von den 48 Personen, die durch Ernährungsanamnese und Fragebogen erfaßt wurden, konnten 33 für die Teilnahme an einem Versuch mit Weizenkleie gewonnen werden. Die Probanden, die zu 73 % unter Obstipation litten (24 von 33) und zu 61 % Laxantien einnahmen (2o von 33), sollten allmählich an die regelmäßige Einnahme von Weizenkleie gewöhnt werden. Verwendet wurden Cristolax von der Firma Wander und Dr. Kousa Weizenkleie von Milupa. Die Bestandteile der beiden Präparate sind im Anhang II aufgeführt.

Dem Versuch lag folgendes Schema zugrunde:

- Probanden, die bisher regelmäßig Laxantien einnahmen:
  Diese Personen verzehrten etwa 4 Tage lang täglich 2o g Cristolax (= 1 Beutel) zusätzlich zu der gewohnten Dosis Abführmittel. In den darauffolgenden 8 Tagen wurde die jeweilige Dosis der Laxantien auf die Hälfte reduziert und die zugeführte Menge Cristolax auf 3o-4o g erhöht. Ab dem 13. Tag nahmen die Probanden nur noch Cristolax zu sich.
- Probanden, die bisher gelegentlich Laxantien einnahmen:
  Sie verzehrten innerhalb der ersten 4 Tage ebenfalls täglich 2o g, in den folgenden 8 Tagen täglich 3o-4o g Cristolax. In diesem Zeitraum reduzierten sie ihre bisherige Laxantiendosis. Ab dem 13. Tag nahmen auch sie nur noch Cristolax zu sich.
- Probanden, die zwar an Obstipation litten, aber keine Laxantien einnahmen:
  Sie verzehrten innerhalb der ersten 4 Tage täglich 2o g Cristolax. Bei gutem Erfolg wurde die Dosis für die darauffolgende Zeit beibehalten, ansonsten auf 3o-4o g täglich gesteigert.
- Probanden ohne Obstipation:
  Sie verzehrten von Beginn an täglich 1o-2o g Cristolax.

Da die Versuchspersonen verschiedene Mengen der unterschiedlichsten Laxantien einnahmen, bekam jeder Teilnehmer das für ihn gültige Schema schriftlich vorgelegt. Bei Bedarf wurde das Schema auch den subjektiven Erfordernissen entsprechend abgeändert (zum Beispiel wurde bei Patienten mit starkem Laxantienabusus die Einschleichphase verlängert). Es sollte für jeden einzelnen die optimale Tagesdosis an Weizenkleie ge-

funden werden. - Alle Teilnehmer wurden angehalten, reichlich Flüssigkeit zu sich zu nehmen.

Die Patienten verzehrten Cristolax über einen Zeitraum von 5-6 Wochen. In weiteren 2 Wochen wurden sie unter Beibehaltung der zuletzt zugeführten Dosis auf die im Handel erhältliche Dr. Kousa Weizenkleie umgestellt. Der Versuch dauerte insgesamt also etwa 8 Wochen.

Die Probanden wurden zu Beginn des Versuchs ungefähr alle 3 Tage, später einmal pro Woche besucht, nach ihrem Befinden sowie nach der Wirkung der Kleie befragt und motiviert, die Kleie weiterhin einzunehmen. Dennoch gelang es mit nur 17 Probanden, den Versuch bis zum Ende durchzuführen. 16 Teilnehmer schieden aus unterschiedlichen Gründen vorzeitig aus.

## II. Ergebnisse

### 1. Ergebnisse der Ernährungsanamnesen

Die Ergebnisse der Ernährungsanamnesen zeigen Tabelle 2 und die Abbildungen 4-14. Eine Zusammenstellung aller Einzelwerte ist dem Anhang zu entnehmen.

| Parameter | durchschnittlicher Verzehr pro Tag | Standardabweichung |
|---|---|---|
| Eiweiß | 65,2 g | 19,8 |
| Fett | 86,3 g | 28,4 |
| Gesamtkohlenhydrate | 231,8 g | 72,7 |
| Zucker | 97,5 g | 48,6 |
| Stärke | 129,4 g | 37,9 |
| Vitamin $B_1$ | 83o,9 µg | 356,4 |
| Vitamin C | 79,4 mg | 71,8 |
| Energiezufuhr | 213o kcal<br>8916 kJ | 574<br>24o3 |
| Ballaststoffe gesamt | 15,o g = 1oo % | 5,6 |
| Ballaststoffe aus: | | |
| Getreide/Reis | 7,5 g = 5o % | 4,3 |
| Gemüse/Kartoffeln | 4,1 g = 27 % | 2,2 |
| Obst | 3,4 g = 23 % | 1,5 |

Tab. 2: Übersicht über den durchschnittlichen Tagesverzehr wichtiger Nahrungsbestandteile ( erhoben an 48 Probanden)

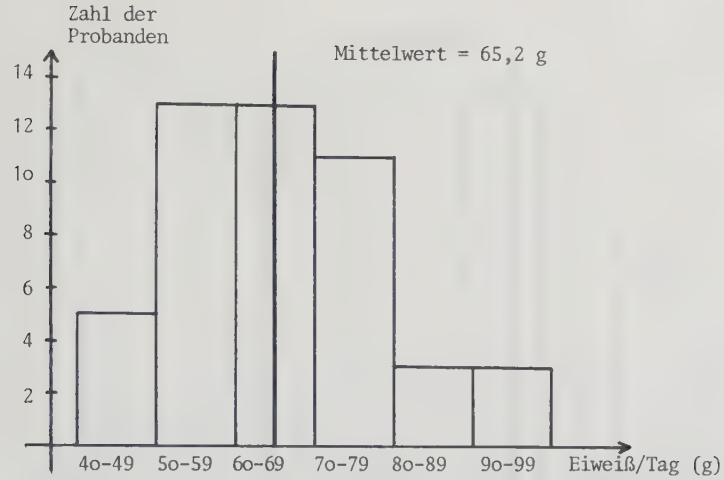



Abb.4: Verzehr von Eiweiß

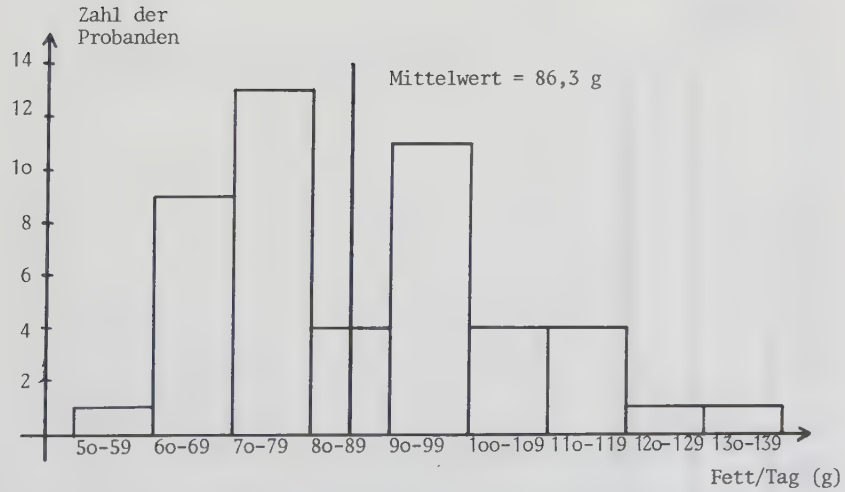



Abb. 5: Verzehr von Fett

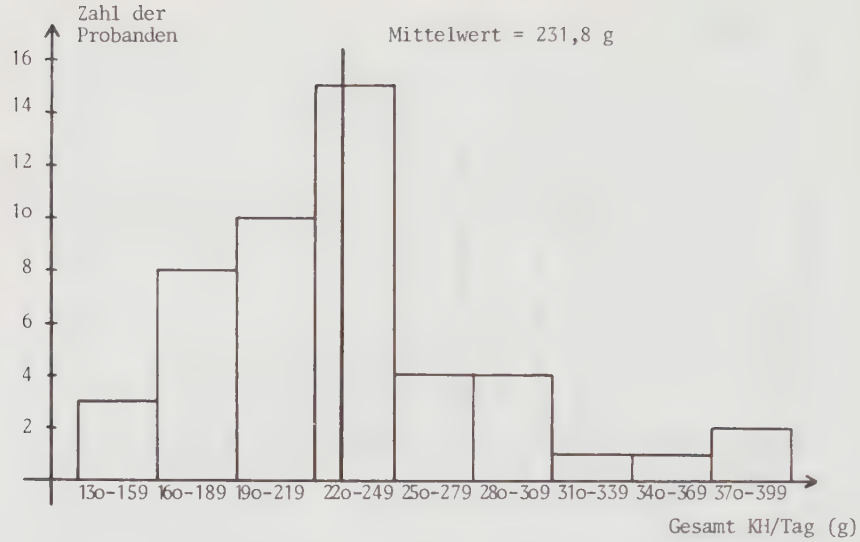



Abb. 6: Verzehr von Kohlenhydraten

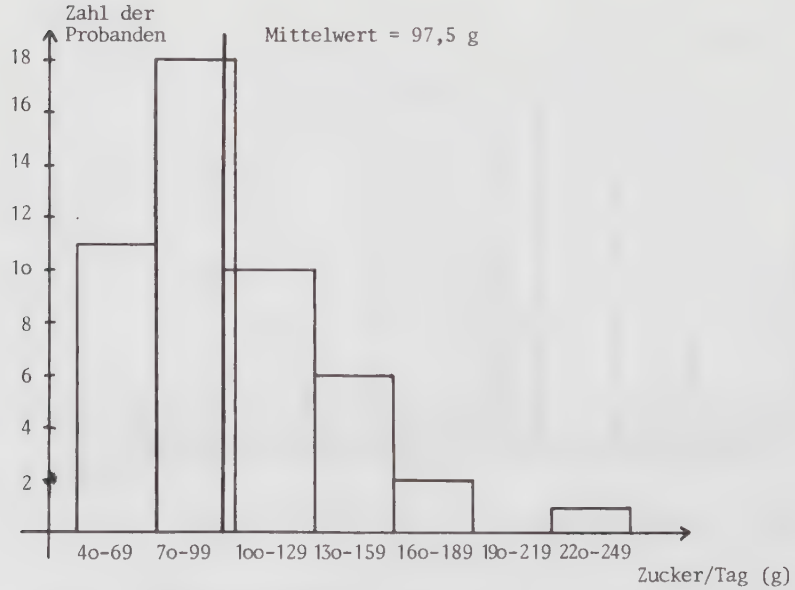



Abb. 7: Verzehr von Zucker

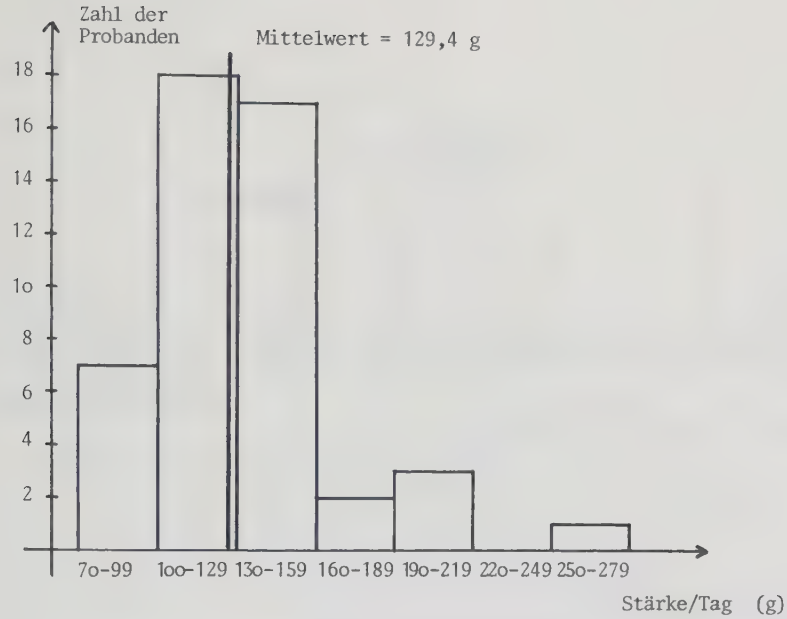



Abb. 8: Verzehr von Stärke

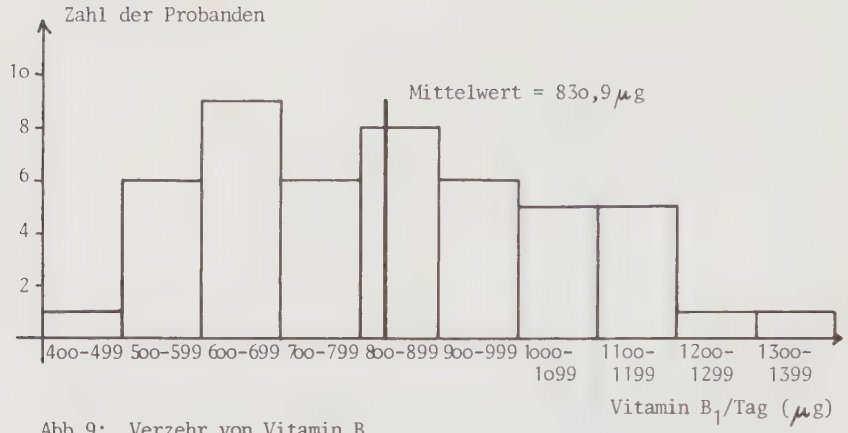



Abb.9: Verzehr von Vitamin $B_1$

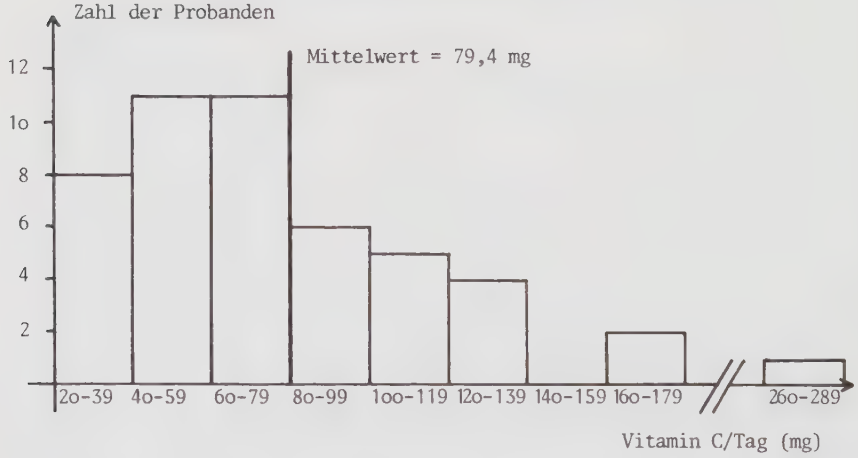
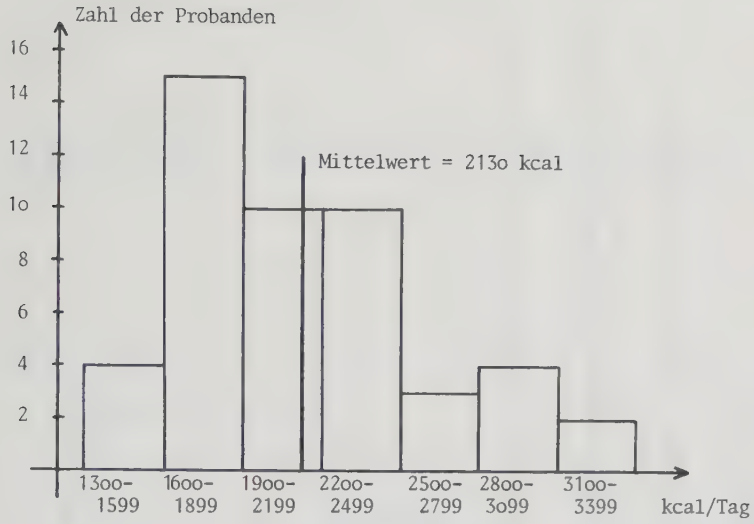



Abb. 1o: Verzehr von Vitamin C



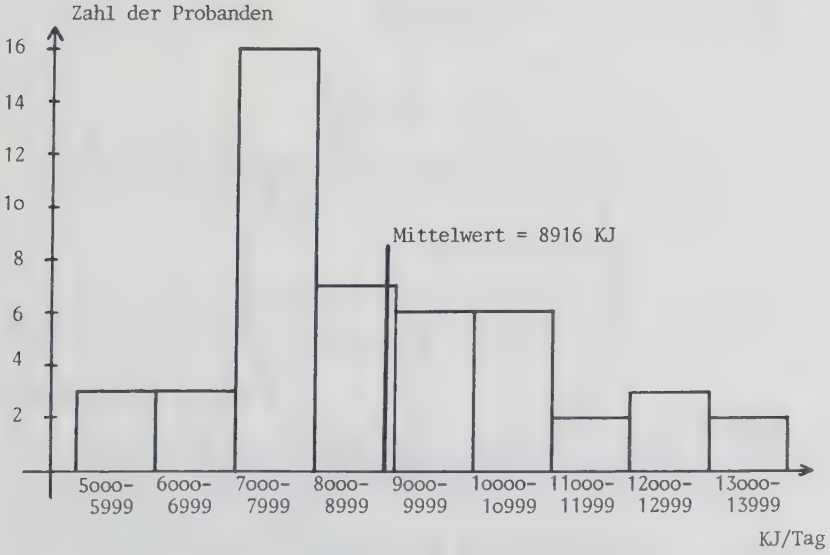




Abb. 11 und Abb. 12: Energiezufuhr

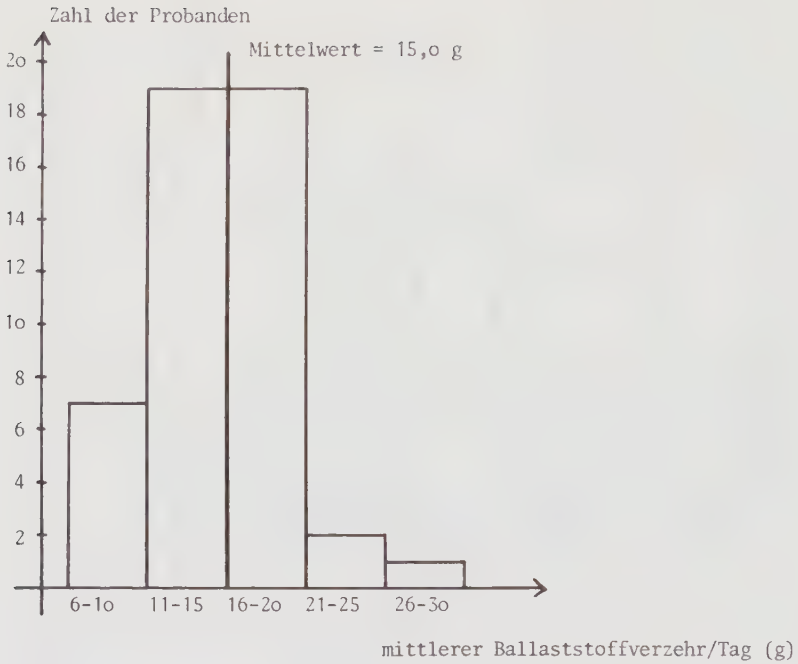



Abb. 13: Verzehr von Ballaststoffen

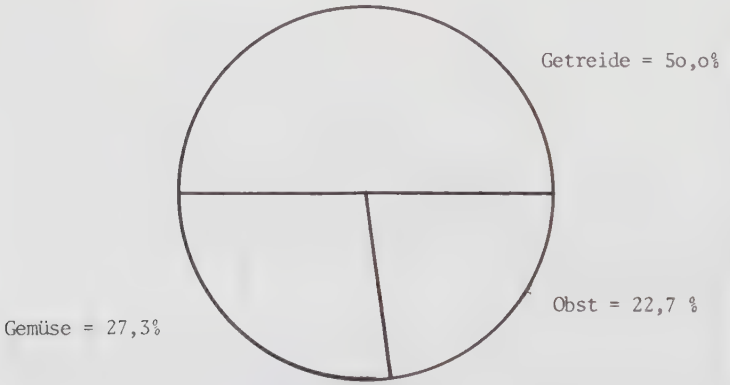



Abb. 14: Prozentualer Anteil von Getreide, Gemüse und Obst

## 2. Ergebnisse der Fragebögen

### Alter

Die befragten 48 Probanden waren zwischen 66 und 93 Jahren alt. Ihr Durchschnittsalter betrug 78,5 Jahre. Die Altersverteilung zeigt Abb. 15.

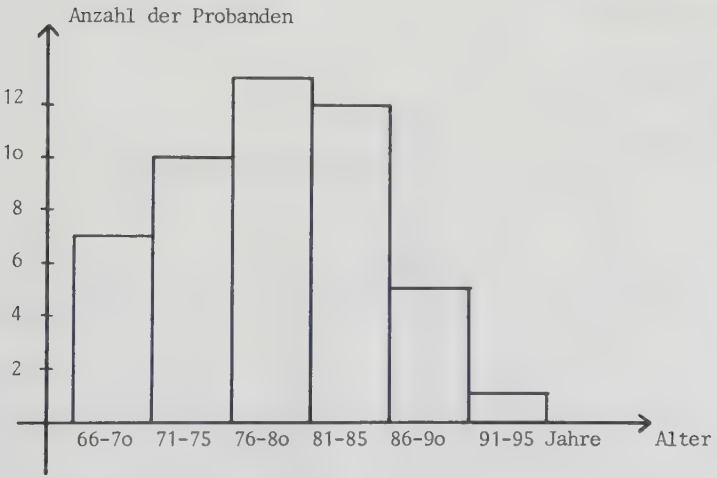



Abb. 15: Altersverteilung der befragten Probanden

### Geschlecht

Unter den 48 befragten Personen waren 7 Männer und 41 Frauen. 4 Männer und 29 Frauen, insgesamt 33 Personen, konnten in den Versuch mit Weizenkleie übernommen werden.

Körpergewicht nach Broca

Das Körpergewicht nach Broca wird auf folgende Weise berechnet: Von der Körperlänge (in Zentimetern) subtrahiert man 1oo; die somit errechnete Zahl, versehen mit der Dimension Kilogramm, stellt das Normalgewicht nach Broca dar. Abweichungen des tatsächlichen Körpergewichts nach oben oder unten werden in Prozent des Normalgewichts angegeben.

Das Brocagewicht der 48 Befragten ist in Abb. 16 graphisch dargestellt.

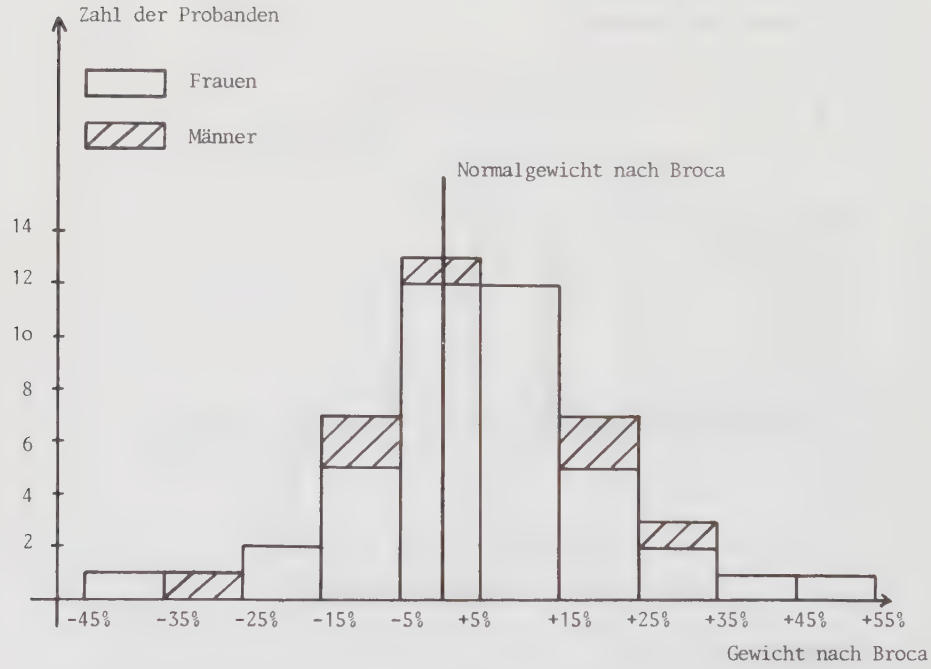



Abb. 16: Brocagewicht der befragten Probanden

Vergleich zwischen dem jetzigen Körpergewicht und dem Körpergewicht im Alter zwischen 4o und 5o Jahren

1o Probanden hatten damals ein niedrigeres Körpergewicht (3 Männer, 7 Frauen); 3o Probanden wogen damals mehr (1 Mann, 29 Frauen). Bei 8 Probanden blieb das Körpergewicht annähernd unverändert (3 Männer, 5 Frauen).

abdominelle Beschwerden

Die abdominellen Beschwerden der 48 mit Ernährungsanamnese und Fragebogen erfaßten Personen sowie der 33 in den Versuch übernommenen Probanden zeigt Tab. 3.

| | befragte Probanden n = 48 | Versuchspersonen n = 33 |
|---|---|---|
| Blähungen | 15 | 12 |
| Bauchschmerzen | 12 | 8 |
| Völlegefühl | 11 | 8 |
| Aufstoßen, Sodbrennen | 9 | 7 |
| Hämorrhoidalbeschwerden | 7 | 5 |
| Schmerzen bei Stuhlentleerung | 2 | 2 |
| keine abdominellen Beschwerden | 18 | 11 |

Tab. 3: abdominelle Beschwerden der 48 befragten Probanden und der 33 Versuchsteilnehmer

Ernährung früher im Gegensatz zu heute

1o Heimbewohner gaben an, früher (das heißt, vor Eintritt in das Altenheim) mehr frisches Obst und mehr Gemüse gegessen zu haben. 3 Probanden verzehrten früher wesentlich mehr Fleisch. 3 nahmen weniger Suppen zu sich. 4 Personen gaben an, sich vor dem Eintritt ins Altenheim sehr un-

regelmäßig, häufig nur mit Dosenkost, ernährt zu haben.

Heimverpflegung

Die Heimbewohner nahmen die Heimverpflegung in unterschiedlichen Ausmaß in Anspruch:

- 11 Probanden ernährten sich ausschließlich aus der Heimverpflegung.
- 32 Probanden verpflegten sich überwiegend aus der Heimkost: Sie nahmen regelmäßig alle angebotenen Mahlzeiten der Heimküche an, kauften sich aber noch zusätzlich Lebensmittel (Obst, Süßigkeiten, Getränke und anderes).
- 4 Personen ernährten sich teilweise aus der Heimverpflegung: Sie nahmen nur 2 Hauptmahlzeiten im Heim ein und aßen zum Beispiel regelmäßig anderswo zu Mittag.
- Eine Bewohnerin verpflegte sich vollkommen selbständig.

Obstipation und Laxantieneinnahme

Die Häufigkeit der Obstipation und des Laxantiengebrauchs unter den 48 befragten Heimbewohnern gehen aus Tab. 4 hervor. Das Ausgangskollektiv ist dabei in 3 Gruppen unterteilt:

- Personen, die im Versuch mit Weizenkleie bis zum Schluß geblieben sind ( n = 17)
- Personen, die den Versuch vorzeitig (das heißt, innerhalb der ersten vier Wochen) abgebrochen haben (n = 16)
- Personen, die von vorneherein am Versuch nicht teilgenommen haben (n = 15)

Für jede Gruppe ist die Häufigkeit von Obstipation und Laxantieneinnahme aufgeführt.
Wir bezeichnen als Obstipation, wenn nicht mindestens jeden 2. Tag spontan eine Defäkation erfolgt, oder wenn Defäkationen nur nach Einnahme von Laxantien möglich sind.

| | im Versuch geblieben | vorzeitig ausgeschieden | am Versuch nicht teilgenommen | insgesamt |
|---|---|---|---|---|
| Obstipation und regelmäßige Laxantieneinnahme | 8 | 1o | 4 | 22 |
| Obstipation und gelegentliche Laxantieneinnahme | 2 | - | - | 2 |
| Obstipation ohne Laxantieneinnahme | 4 | - | 1 | 5 |
| keine Obstipation | 3 | 6 | 1o | 5 |
| insgesamt | 17 | 16 | 15 | 48 |

Tab. 4: Häufigkeit von Obstipation und Laxantieneinnahme

Medikamente

Den Medikamentenkonsum der 48 Befragten zeigt Tab. 5. 46 Personen nahmen regelmäßig oder gelegentlich Medikamente ein, nur 2 Probanden nahmen keinerlei Medikamente.

| | regelmäßig | gelegentlich |
|---|---|---|
| Laxantien | 22 | 2 |
| Digitalis | 17 | 3 |
| Antihypertensiva | 14 | 3 |
| Coronartherapeutica | 9 | 5 |
| Medikamente gegen Durchblutungsstörungen | 14 | 3 |
| Hypnotica, Sedativa, Tranquilizer | 1o | 4 |
| Neuroleptica | 1 | - |
| Antidepressiva | 5 | - |
| Analgetica | 2 | 4 |
| Antirheumatica | 5 | - |
| Corticoide | 2 | - |
| Antivertiginosa | 2 | 1 |
| Verdauungsenzympräparate | 6 | 2 |
| Antacida | 1 | 4 |
| Sulfonylharnstoffe | 4 | - |
| Insulin | 1 | - |
| Sonstige | 1 | 4 |
| keinerlei Medikamente | 2 | |

Tab. 5: Medikamenteneinnahme der 48 befragten Personen

Körperliche Aktivität

Das Ausmaß der körperlichen Aktivität der 48 Probanden zeigt Tab. 6.

| | Anzahl der Probanden |
|---|---|
| - stark eingeschränkt Bewegung nur in Zimmer und Haus | 15 |
| - gelegentliche Spaziergänge außer Haus | 1o |
| - regelmäßig kleine Spaziergänge außer Haus | 9 |
| - regelmäßig umfangreiche Spaziergänge außer Haus | 14 |

Tab. 6: Körperliche Aktivität der 48 befragten Personen

Korrelation zwischen Ballaststoffzufuhr und Obstipation

In Abb. 17 wurde versucht, die Höhe des Ballaststoffverzehrs mit der Häufigkeit der Obstipation in Beziehung zu setzen und graphisch darzustellen.

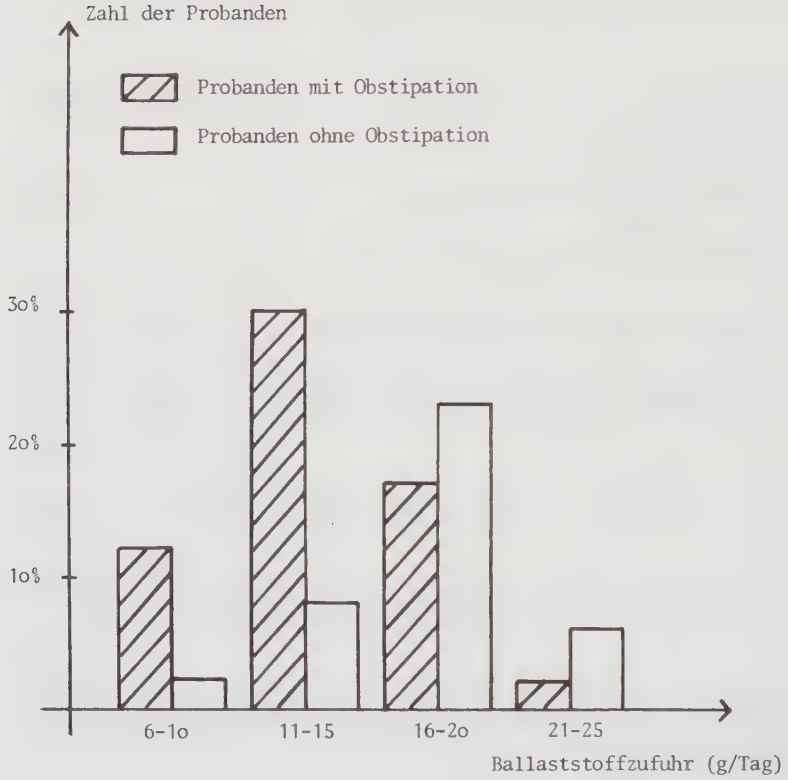



Abb. 17: Korrelation zwischen Ballaststoffzufuhr und Obstipation

## 3. Ergebnisse des Versuchs mit Weizenkleie

### a) Probanden, die 8 Wochen im Versuch verblieben (n = 17)

#### Wirkung der Kleie auf Obstipation

Die Darstellung in Tab. 7 soll zeigen, wie Obstipation und Laxantieneinnahme durch regelmäßige Kleiegaben positiv beeinflußt werden konnten. Der Zustand vor Versuchsbeginn wurde dem nach achtwöchtiger Kleietherapie gegenübergestellt.

| vorher | | mit Kleie | | Zahl der Probanden |
|---|---|---|---|---|
| Obstipation | Laxantien | Obstipation | Laxantien | |
| ja | regelmäßig | nein | keine | 4 |
| ja | regelmäßig | ja | reduziert | 4 |
| ja | gelegentlich | nein | keine | 2 |
| ja | keine | nein | keine | 4 |
| nein | keine | nein | keine | 3 |
| | | | | 17 |

Tab. 7: Wirkung der Kleie auf Obstipation

#### Wirkung der Kleie auf abdominelle Beschwerden

In Tab. 8 ist der Einfluß einer regelmäßigen Kleiezufuhr auf abdominelle Beschwerden dargestellt. Wieder wurde der Zustand vor Versuchsbeginn mit demjenigen nach achtwöchiger Kleietherapie verglichen.

| vorher | mit Kleie | Zahl der Probanden |
|---|---|---|
| Schmerzen infolge der Obstipation (mühsame Defäkation, Pressen bei Hämorrhoiden) | keine Beschwerden mehr | 2 |
| Völlegefühl, Blähungen, Bauchschmerz | wesentlich besser | 4 |
| | fraglich besser | 1 |
| | unverändert | 3 |
| keine Beschwerden | keine Beschwerden | 8 |

Tab. 8: Wirkung der Kleie auf abdominelle Beschwerden

Nebenwirkungen der Kleie

Tab. 9 zeigt die Nebenwirkungen, über welche die 17 Versuchspersonen klagten. Die genannten Beschwerden traten nur zu Beginn der Kleietherapie auf; sie verschwanden in der Regel nach 3-4 Tagen, spätestens aber nach einer Woche. Insgesamt klagten 6 Probanden über Nebenwirkungen, 11 Probanden gaben keine Beschwerden an.

| | Zahl der Probanden |
|---|---|
| Völlegefühl, leichte Bauchschmerzen | 4 |
| verstärkt Blähungen | 3 |
| häufig Stuhldrang ohne nachfolgende Entleerung | 3 |
| initial Verstärkung der Obstipation | 2 |
| keine Nebenwirkungen | 11 |

Tab. 9: Nebenwirkungen von Cristolax ( 17 Probanden )

Vergleichende Bewertung von Cristolax und Dr. Kousa Weizenkleie

7 der 17 Probanden bevorzugten Cristolax, 7 verzehrten lieber Dr. Kousa Weizenkleie. 3 Probanden nahmen beide Sorten gleich gern zu sich. Der jeweiligen Entscheidung lagen folgende Argumente zugrunde:

- Cristolax zeichnet sich durch einen leicht süßen, fruchtigen Geschmack und knusprige Konsistenz aus. Es ist in handliche Beutel mit jeweils 2o g Inhalt verpackt und kann somit problemlos zum Essen, z. B. in den Speisesaal, mitgenommen werden. Weiterhin wird durch die Portionierung eine exakte Dosierung erleichtert.
- Dr. Kousa Weizenkleie ist im Geschmack fast völlig neutral und eignet sich somit auch zum Mischen mit sauren Speisen, z.B. Suppen. Sie hat weiche, flockige Konsistenz. Die Verpackung in Kartons erfordert selbständige Dosierung mit dem Eßlöffel.

  Unterschiede in der Wirkung der beiden Sorten wurden nicht angegeben. Nebenwirkungen traten durch die Umstellung von Cristolax auf Dr. Kousa Weizenkleie nicht auf.

b) Probanden, die vorzeitig aus dem Versuch ausschieden (n = 16)

8 Probanden brachen den Versuch innerhalb der ersten Woche ab; weitere 8 Probanden verblieben zwischen einer und 4 Wochen im Versuch. Die Gründe, die für das vorzeitige Ausscheiden maßgeblich waren, sind in Tab.1o zusammengestellt.

| | Zahl der Probanden |
|---|---|
| 1. ausgebliebene Hauptwirkung | |
| Die erwartete Besserung der Obstipation trat nicht schnell genug ein. | 7 |
| 2. Nebenwirkungen | |
| Die initial aufgetretenen Nebenwirkungen (Blähungen, Völlegefühl, Stuhldrang ohne nachfolgende Defäkation) schreckten vor weiterer Kleieeinnahme ab. | 4 |
| 3. psychologische Gründe | |
| Die Probanden konnten zur regelmäßigen Einnahme der Kleie nicht motiviert werden, weil | |
| - die Kleie für sie so ungewohnt sei | 8 |
| - sie sich selbst für zu alt hielten, sich noch von Laxantien auf Kleie umzustellen | 3 |
| - Kleie umständlich einzunehmen sei | 4 |
| - Kleie so stark sättige | 2 |
| - Probanden, die nicht obstipiert waren, die Kleie nicht regelmäßig einnehmen wollten | 6 |

Tab. 1o: Gründe für vorzeitiges Ausscheiden aus dem Versuch

## III. Diskussion

### Ernährungsanamnesen:

Die Bedarfsdeckung an Energie und Nährstoffen kann für die Altenheimbewohner folgendermaßen beurteilt werden:

- Die Energiezufuhr ist, besonders angesichts der geringen körperlichen Betätigung und des meist erheblichen Übergewichts der Probanden, als zu hoch zu bewerten. Dabei aber liegt der Verzehr von Eiweiß mit täglich etwa 1 g pro Kilogramm Körpergewicht etwas zu niedrig: Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung empfiehlt für alte Menschen eine Mindestzufuhr von 1,2 g Eiweiß pro Kilogramm Körpergewicht und Tag (31).
- Die mittlere Zufuhr von Vitamin C liegt im wünschenswerten Bereich, diejenige von Vitamin $B_1$ ist mäßig erniedrigt. Allerdings läßt die große Streubreite der Einzelwerte darauf schließen, daß bei vielen Probanden eine Vitaminunterversorgung besteht. Diese Daten stimmen mit Untersuchungsergebnissen von Schlettwein - Gsell (4o) und Hunt (22) überein.
- Der durchschnittliche Ballaststoffverzehr liegt mit 15 g/Tag deutlich unter der derzeit als optimal empfohlenen Zufuhr, die mit 3o-4o g/Tag angegeben wird.

Da sich die Probanden zum großen Teil aus der Heimverpflegung ernähren, kann gefolgert werden, daß diese den Ernährungsbedürfnissen alter Menschen nicht optimal entspricht. - Schließlich sei auf die Fehlermöglichkeiten von retrospektiven Ernährungsanamnesen hingewiesen: Erinnerungslücken des Probanden, Interpretationsfehler des Untersuchers und andere. Trotzdem kam nur die Erhebung von Ernährungsanamnesen in Frage, denn den Probanden mit einem Durchschnittsalter von 78 Jahren konnte das kontinuierliche Führen von Ernährungsprotokollen nicht zugemutet werden. Die Genauigkeit der Ernährungsanamnesen wurde dadurch erhöht, daß die Speisepläne der Altenheimküche als Gedächtnisstütze zur Verfügung standen.

### Fragebögen:

Das Schwergewicht der Datenerhebung mittels Fragebögen lag auf Obstipation und Laxantieneinnahme. Zunächst sei auf die Schwierigkeiten hinge-

wiesen, den Begriff Obstipation klar zu erfassen. Welch große Rolle subjektive Elemente dabei spielen, zeigt die Definition von Sleisenger (42): "Die Stühle sind zu klein, zu hart, schwer zu entleeren, zu unregelmäßig, oder die Patienten haben ein Gefühl der unvollständigen Entleerung." - Wir bezeichnen als Obstipation, wenn seltener als jeden zweiten Tag eine Defäkation erfolgt oder wenn Stuhlentleerungen nur noch nach Laxantieneinnahme möglich sind. Danach waren 6o % der Probanden obstipiert; 5o % nahmen Laxantien ein. Die eminente Bedeutung der Obstipation ist aus diesen Zahlen ersichtlich. Die Laxantien standen an der Spitze des Medikamentenkonsums. Auf die Nebenwirkungen des Laxantienabusus (Elektrolytstörungen, besonders Hypokaliämie und andere) soll ausdrücklich hingewiesen werden (15, 41). Elektronenmikroskopische Untersuchungen ergaben sogar irreversible Schädigungen der intramuralen Nervengeflechte des Darms (Plexus myentericus und submucosus) als Folge einer langjährigen Laxantieneinnahme. Damit war ein morphologisches Korrelat zu den klinischen Motilitätsstörungen gefunden.

Setzt man die Ergebnisse aus den Ernährungsanamnesen und den Fragebögen miteinander in Beziehung, so ist folgender Zusammenhang erkennbar: Probanden mit niedrigem Ballaststoffverzehr litten häufiger an Obstipation als solche mit höherer Ballaststoffzufuhr (Abb. 23).

Versuch mit Weizenkleie

Von den 48 mittels Ernährungsanamnese und Fragebogen erfaßten Heimbewohnern konnten 33 für einen Versuch mit Weizenkleie gewonnen werden. Davon verblieben 17 acht Wochen lang bis zum Schluß im Versuch. Die Ergebnisse, die mit dieser Gruppe erzielt wurden (Tab. 7) lassen nachstehende Schlußfolgerungen zu: Auch im hohen Lebensalter ist es noch möglich, eine Obstipation mit regelmäßigen Kleiegaben zu beheben. Das gilt auch, wenn die Obstipation schon lange bestand und mit Laxantien behandelt wurde. Allerdings erfordert diese Umstellung Geduld, Selbstdisziplin, Willenskraft und Einsicht von seiten des Patienten.

16 Probanden schieden vorzeitig aus dem Versuch aus. Folgende Gründe sind dafür maßgeblich: Alte Menschen haben oft festgefügte Lebensgewohnheiten und sind allem Neuen gegenüber eher mißtrauisch. Zudem sind sie von ihren Laxantien verwöhnt: Laxantien sind bequem einzunehmen und wirken prompt; von ihren Nebenwirkungen geht kein unmittelbarer

Leidensdruck aus. - Der Erfolg der Weizenkleie hingegen tritt nicht sofort ein, sondern erst nach regelmäßiger Einnahme über längere Zeit. Es ist daher, selbst nach sorgfältiger Aufklärung über den unschädlichen Wirkungsmechanismus der Kleie, sehr schwierig, die Patienten für eine Kleietherapie zu motivieren und ihnen über die Schwierigkeiten der Umgewöhnungsphase hinwegzuhelfen. Die Therapie der Obstipation mit Weizenkleie ist also in erster Linie ein psychologisches Problem.

## D. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Bedeutung der Ballaststoffe in der Ernährung, besonders des alten Menschen.
Im allgemeinen Teil sind statistische Erhebungen zur Höhe des Ballaststoffverzehrs und Untersuchungen über den Einfluß der Ballaststoffe auf die Parameter der Darmfunktion dargelegt (Stuhlgewicht, Transitzeit, Stuhlfrequenz, intraluminaler Druck, myoelektrische Aktivität).
Eigene Untersuchungen wurden mit 48 Bewohnern eines Würzburger Altenheims durchgeführt. Die Erhebung von Ernährungsanamnesen sollte über die Ernährungssituation der Probanden Aufschluß geben. Dabei zeigte sich insbesondere eine sehr geringe Ballaststoffzufuhr. - Aus parallel hierzu durchgeführten Interviews mittels Fragebögen ging hervor, daß 6o % der Probanden an Obstipation litten und 5o % Laxantien einnahmen. -
In einem achtwöchtigen Versuch gelang es, einen Teil der Heimbewohner (35 %) an regelmäßige Einnahme von Weizenkleie zu gewöhnen und damit die Obstipation bei 21 % zu beheben. Es bereitete allerdings erhebliche psychologische Schwierigkeiten, die alten Menschen für die neue, ungewohnte Zusatzkost zu gewinnen.

Anhang I

Datum: .....

1. Persönliche Daten

Name:
Vorname: Körperlänge:
geb.: Körpergewicht jetzt:
Geschlecht: Körpergewicht zw. 4o und 5o J.:

2. Erkrankungen

Vorerkrankungen:

Jetzterkrankungen:

abdominelle Beschwerden: (Art, Lokalisation, Häufigkeit, seit wann)

3. Ernährungsgewohnheiten

früher im Gegensatz zu heute:

jetzt:

Zahl der Mahlzeiten:
Zwischenmahlzeiten:
Heimverpflegung: ausschließl./überwiegend/teilweise
selbständige Verpflegung:

| Trinkgewohnheiten: | früher | jetzt |
|---|---|---|
| Kaffee: | | |
| Tee: | | |
| Alkohol: | | |

Rauchgewohnheiten:

4. Stuhlentleerung: mit Lax. ohne Lax.

Häufigkeit:
Stuhlkonsistenz:

5. Medikamente

Laxantien (welche, wieviel, regelmäßig, seit wann)

sonstige Medikamente: (regelmäßig, gelegentlich)

6. Körperliche Aktivität:

- stark eingeschränkt, Bewegung nur im Zimmer und Haus
- gelegentlich Spaziergänge außer Haus
- regelmäßig kleine Spaziergänge außer Haus
- regelmäßig umfangreiche Spaziergänge außer Haus

7. Fragen:

a) Wären Sie bereit, zur Regulation der Darmtätigkeit versuchsweise (etwa 4 Wochen) regelmäßig ein pflanzliches, kostenlos zur Verfügung gestelltes Diätpräparat zu verzehren? ja / nein

b) Wären Sie bereit, versuchsweise ganz oder teilweise auf Laxantien zu verzichten und sich dann zu verhalten wie unter a)? ja / nein

Anhang II

Analyse : Cristolax (nach Angaben des Herstellers)

| | |
|---|---|
| Ballaststoffe | 22 % |
| Eiweiß | 9 % |
| Fett | 2,4 % |
| Kohlenhydrate | 64 % |
| davon Fructose | 12 % |
| Saccharose | 1o % |
| Maltose | 3 % |
| Lactose | 5 % |
| Wasser | o,4 % |
| Asche | 2,3 % |

Analyse : Dr. Kousa Weizenkleie, Milupa AG

| | |
|---|---|
| Pentosane und Hemizellulose | 4o,5 % |
| Rohfaser | 1o,5 % |
| Eiweiß | 15 % |
| Fett | 5 % |
| Stärke | 12 % |
| Wasser | 1o % |
| Mineralstoffe | 7 % |

| Proband | Alter (Jahre) | Geschlecht | Gesamteiweiß (g/Tg.) | Fett (g/Tg.) | Gesamtkohlenhydrate (g/Tg.) | Zucker (g/Tg.) | Stärke (g/Tg.) | Vit.$B_1$ ($\mu$g/Tg.) | Vit.C (mg/Tg.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 66 | w | 67,1 | 85,6 | 188,o | 53,1 | 134,9 | 1o49,6 | 29,9 |
| 2 | 84 | w | 73,5 | 99,4 | 25o,2 | 1o9,2 | 14o,8 | 1o37,3 | 118,6 |
| 3 | 74 | m | 83,8 | 12o,5 | 248,3 | 52,5 | 196,1 | 112o,3 | 59,6 |
| 4 | 79 | w | 63,8 | 1o7,2 | 232,4 | 93,7 | 138,7 | 8o5,8 | 61,3 |
| 5 | 78 | m | 99,1 | 116,o | 337,7 | 68,o | 27o,o | 13o1,7 | 68,8 |
| 6 | 81 | w | 62,4 | 76,4 | 221,9 | 98,9 | 123,1 | 779,7 | 65,1 |
| 7 | 67 | w | 56,5 | 86,4 | 196,7 | 84,2 | 112,5 | 639,o | 61,6 |
| 8 | 85 | w | 52,4 | 9o,3 | 2o8,o | 66,3 | 141,6 | 63o,1 | 49,4 |
| 9 | 78 | w | 75,1 | 65,o | 21o,2 | 83,5 | 126,7 | 1118,3 | 87,3 |
| 1o | 71 | m | 55,5 | 7o,8 | 245,5 | 115,6 | 129,8 | 8o1,o | 1o1,3 |
| 11 | 7o | w | 56,4 | 7o,o | 227,7 | 1o8,3 | 119,4 | 8o4,7 | 1oo,6 |
| 12 | 74 | w | 77,8 | 8o,9 | 242,1 | 1o2,5 | 139,6 | 812,3 | 7o,4 |
| 13 | 72 | w | 76,2 | 86,4 | 185,3 | 98,2 | 87,o | 1184,8 | 112,1 |
| 14 | 78 | m | 91,9 | 137,5 | 249,9 | 1o7,2 | 141,6 | 853,8 | 67,9 |
| 15 | 9o | w | 63,2 | 65,4 | 169,9 | 72,2 | 97,7 | 656,8 | 38,2 |
| 16 | 72 | w | 45,1 | 61,9 | 131,6 | 46,8 | 84,8 | 548,1 | 67,o |
| 17 | 7o | w | 58,2 | 76,1 | 144,6 | 53,o | 91,6 | 772,4 | 68,2 |

| Proband | Alter (Jahre) | Geschlecht | Gesamteiweiß (g/Tg.) | Fett (g/Tg.) | Gesamtkohlenhydrate (g/Tg.) | Zucker (g/Tg.) | Stärke (g/Tg.) | Vit.$B_1$ ($\mu$g/Tg.) | Vit.C (mg/Tg.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | 73 | w | 72,5 | 78,6 | 284,8 | 99,8 | 183,3 | 826,3 | 38,1 |
| 19 | 74 | w | 6o,4 | 79,8 | 2o5,9 | 75,9 | 129,8 | 583,8 | 33,9 |
| 2o | 87 | w | 83,9 | 93,9 | 242,o | 91,8 | 15o,2 | 1175,6 | 92,6 |
| 21 | 79 | w | 72,8 | 1oo,5 | 261,o | 1o7,4 | 153,4 | 696,1 | 44,4 |
| 22 | 73 | m | 96,6 | 114,7 | 375,3 | 172,2 | 2o3,1 | 1225,8 | 133,8 |
| 23 | 83 | m | 61,8 | 98,4 | 373,7 | 222,8 | 15o,o | 7o2,1 | 33,3 |
| 24 | 79 | w | 81,o | 118,2 | 299,1 | 148,7 | 15o,2 | 984,1 | 98,2 |
| 25 | 81 | w | 66,7 | 1o1,9 | 3o8,o | 135,8 | 172,o | 736,8 | 53,4 |
| 26 | 93 | w | 59,5 | 9o,4 | 213,o | 7o,2 | 142,7 | 671,3 | 52,6 |
| 27 | 7o | w | 79,8 | 1o8,7 | 273,o | 132,1 | 14o,5 | 578,2 | 42,9 |
| 28 | 76 | w | 64,1 | 96,3 | 283,2 | 133,7 | 149,5 | 957,7 | 166,1 |
| 29 | 81 | w | 67,1 | 98,4 | 239,o | 99,3 | 139,6 | 1o35,3 | 166,3 |
| 3o | 79 | w | 51,2 | 79,2 | 2o7,4 | 79,6 | 127,8 | 663,4 | 54,6 |
| 31 | 8o | w | 53,5 | 67,o | 191,3 | 73,3 | 118,o | 674,7 | 77,9 |
| 32 | 82 | w | 51,3 | 75,1 | 174,3 | 54,8 | 119,5 | 673,6 | 34,8 |
| 33 | 87 | w | 5o,o | 67,4 | 212,4 | 61,7 | 15o,9 | 733,2 | 49,7 |
| 34 | 8o | w | 74,7 | 91,3 | 277,2 | 158,3 | 118,9 | 1174,3 | 83,8 |
| 35 | 9o | w | 49,5 | 74,3 | 223,4 | 114,o | 1o9,3 | 547,1 | 1o1,2 |

| Proband | Alter (Jahre) | Geschlecht | Gesamteiweiß (g/Tg.) | Fett (g/Tg.) | Gesamtkohlenhydrate (g/Tg.) | Zucker (g/Tg.) | Stärke (g/Tg.) | Vit.$B_1$ ($\mu$g/Tg.) | Vit.C (mg/Tg.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 36 | 89 | w | 44,o | 53,7 | 16o,8 | 77 ,o | 83,7 | 483,o | 34,4 |
| 37 | 8o | w | 64,2 | 91,8 | 238,1 | 91,4 | 146,7 | 943,1 | 67,3 |
| 38 | 74 | w | 43,1 | 61,7 | 137,9 | 4o,8 | 97,o | 586,2 | 47,8 |
| 39 | 85 | w | 59,8 | 91,8 | 183,1 | 8o,5 | 1o2,6 | 834,7 | 54,1 |
| 4o | 79 | w | 62,8 | 68,3 | 22o,6 | 98,6 | 122,o | 988,3 | 12o,5 |
| 41 | 67 | w | 42,o | 65,9 | 171,8 | 63,1 | 1o8,9 | 548,7 | 76,2 |
| 42 | 67 | w | 67,3 | 76,6 | 2o8,9 | 11o,9 | 97,9 | 1o73,o | 266,1 |
| 43 | 84 | w | 52,6 | 69,1 | 211,2 | 1o1,3 | 1o9,9 | 696,8 | 29,8 |
| 44 | 81 | w | 58,1 | 94,5 | 24o,9 | 98,1 | 142,3 | 974,3 | 49,2 |
| 45 | 74 | w | 6o,6 | 76,5 | 179,7 | 65,8 | 113,8 | 828,2 | 94,4 |
| 46 | 77 | w | 7o,1 | 75,2 | 222,5 | 11o,o | 112,4 | 92o,1 | 98,2 |
| 47 | 82 | w | 73,8 | 113,5 | 353,5 | 162,o | 191,4 | 1o37,o | 124,5 |
| 48 | 84 | m | 75,4 | 74,6 | 245,2 | 137,7 | 1o7,5 | 732,7 | 121,2 |
| Mittelwert | 78,5 | | 65,2 | 86,3 | 231,8 | 97,5 | 129,4 | 83o,9 | 79,4 |
| Standardabweichung | | | 19,8 | 28,4 | 72,7 | 48,6 | 37,9 | 356,4 | 71,8 |

| Proband | Energie (kcal/Tg.) | Energie (kJoule/Tg.) | Ballast-stoffe (g/Tg.) | Ballast-stoffgehalt (g/1ooo kcal) | Ballaststoffe aus: Getreide (g/Tg.) | Gemüse (g/Tg.) | Obst (g/Tg.) | Getreide (%) | Gemüse (%) | Obst (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1955 | 8184 | 1o,7 | 5,5 | 6,3 | 3,7 | o,6 | 59 | 35 | 6 |
| 2 | 2314 | 9686 | 17,4 | 7,5 | 7,2 | 4,7 | 5,5 | 41 | 27 | 32 |
| 3 | 2861 | 11976 | 17,4 | 6,1 | 1o,1 | 6,o | 1,3 | 58 | 35 | 8 |
| 4 | 2ao6 | 1oo72 | 15,9 | 6,6 | 9,1 | 3,3 | 3,5 | 57 | 21 | 22 |
| 5 | 3o53 | 1278o | 22,3 | 7,3 | 15,9 | 5,9 | o,5 | 62 | 35 | 2 |
| 6 | 19o1 | 7958 | 13,9 | 7,3 | 6,8 | 3,2 | 3,9 | 49 | 23 | 28 |
| 7 | 1892 | 792o | 1o,2 | 8,6 | 9,9 | 3,o | 3,3 | 61 | 19 | 2o |
| 8 | 2o7o | 8665 | 15,o | 7,2 | 8,1 | 2,6 | 4,3 | 54 | 17 | 29 |
| 9 | 1866 | 7811 | 19,1 | 1o,2 | 9,2 | 5,5 | 4,3 | 48 | 29 | 23 |
| 1o | 1979 | 8284 | 15,6 | 7,9 | 7,5 | 2,8 | 5,3 | 48 | 18 | 34 |
| 11 | 19o1 | 7958 | 15,5 | 8,2 | 7,5 | 2,7 | 5,3 | 48 | 17 | 34 |
| 12 | 2o97 | 8778 | 15,4 | 6,4 | 7,2 | 3,5 | 2,6 | 54 | 26 | 19 |
| 13 | 19o9 | 7991 | 15,6 | 7,1 | 7,2 | 3,3 | 5,1 | 53 | 24 | 23 |
| 14 | 2894 | 12116 | 12,o | 4,1 | 5,3 | 4,8 | 1,9 | 44 | 4o | 16 |
| 15 | 1564 | 6553 | 1o,o | 6,4 | 3,8 | 3,9 | 2,4 | 39 | 39 | 22 |
| 16 | 1339 | 5oo5 | 13,3 | 1o,1 | 7,4 | 5,5 | o,7 | 55 | 4o | 5 |
| 17 | 1658 | 694o | 7,8 | 4,7 | 3,8 | 3,2 | o,8 | 49 | 41 | 1o |
| 18 | 2419 | 1o127 | 16,3 | 6,7 | 1o,3 | 2,9 | 3,o | 63 | 18 | 19 |

| Proband | Energie (kcal/Tg.) | Energie (kJoule/Tg.) | Ballast-stoffe (g/Tg.) | Ballast-stoffgehalt (g/1ooo kcal) | Ballaststoffe aus: Getreide (g/Tg.) | Gemüse (g/Tg.) | Obst (g/Tg.) | Getreide (%) | Gemüse (%) | Obst (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | 18o7 | 7565 | 9,7 | 5,4 | 4,9 | 3,o | 1,8 | 5o | 31 | 19 |
| 2o | 2445 | 1o235 | 18,5 | 7,6 | 8,3 | 5,1 | 5,2 | 45 | 28 | 28 |
| 21 | 24oo | 1oo46 | 11,6 | 4,8 | 6,8 | 4,2 | o,6 | 59 | 36 | 5 |
| 22 | 3133 | 13115 | 28,2 | 9,o | 8,9 | 1o,7 | 8,5 | 32 | 38 | 3o |
| 23 | 33o8 | 13847 | 13,1 | 4,o | 8,o | 4,2 | o,9 | 61 | 32 | 7 |
| 24 | 2757 | 11541 | 17,2 | 6,2 | 8,o | 4,4 | 4,8 | 47 | 26 | 28 |
| 25 | 2623 | 1o98o | 16,5 | 6,3 | 1o,o | 4,4 | 2,1 | 61 | 27 | 13 |
| 26 | 2o97 | 8778 | 12,6 | 6,o | 6,o | 5,2 | 1,4 | 48 | 41 | 11 |
| 27 | 2528 | 1o582 | 13,9 | 5,5 | 8,2 | 4,5 | 1,1 | 59 | 32 | 8 |
| 28 | 2346 | 982o | 18,2 | 7,8 | 7,6 | 4,7 | 6,o | 42 | 26 | 33 |
| 29 | 2246 | 94o2 | 17,9 | 8,o | 7,4 | 4,3 | 6,1 | 41 | 24 | 34 |
| 3o | 1834 | 7677 | 13,4 | 7,3 | 6,9 | 3,9 | 2,6 | 52 | 29 | 19 |
| 31 | 1691 | 7o79 | 15,o | 8,9 | 8,8 | 3,2 | 3,o | 59 | 21 | 2o |
| 32 | 1848 | 7736 | 11,7 | 6,3 | 7,o | 3,1 | 1,6 | 6o | 27 | 14 |
| 33 | 1786 | 7476 | 17,4 | 9,7 | 11,9 | 3,1 | 2,4 | 68 | 18 | 14 |
| 34 | 2383 | 9975 | 2o,3 | 8,5 | 8,3 | 2,5 | 9,6 | 41 | 12 | 47 |
| 35 | 1879 | 7865 | 11,8 | 6,3 | 6,5 | 2,7 | 2,7 | 55 | 23 | 23 |

| Proband | Energie (kcal/Tg.) | Energie (kJoule/Tg.) | Ballast-stoffe (g/Tg.) | Ballast-stoffgehalt (g/1ooo kcal) | Ballaststoffe aus: Getreide (g/Tg.) | Gemüse (g/Tg.) | Obst (g/Tg.) | Getreide (%) | Gemüse (%) | Obst (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 36 | 1361 | 5697 | 1o,1 | 7,4 | 6,2 | 3,3 | o,7 | 61 | 33 | 7 |
| 37 | 2277 | 9532 | 15,9 | 7,o | 8,5 | 3,2 | 4,3 | 54 | 2o | 27 |
| 38 | 1351 | 5655 | 9,2 | 6,8 | 4,9 | 3,3 | o,9 | 53 | 36 | 1o |
| 39 | 1883 | 7882 | 11,9 | 6,3 | 6,1 | 3,9 | 1,9 | 51 | 33 | 16 |
| 4o | 1819 | 7614 | 25,1 | 13,8 | 12,4 | 3,5 | 9,2 | 49 | 14 | 37 |
| 41 | 16o5 | 6719 | 9,9 | 6,2 | 4,7 | 3,4 | 1,8 | 48 | 34 | 18 |
| 42 | 1884 | 7887 | 2o,o | 1o,6 | 4,4 | 7,6 | 8,o | 22 | 38 | 4o |
| 43 | 1851 | 7749 | 7,3 | 3,9 | 3,8 | 2,7 | o,8 | 51 | 37 | 12 |
| 44 | 2236 | 936o | 19,1 | 8,5 | 1o,4 | 4,o | 4,7 | 54 | 21 | 25 |
| 45 | 1741 | 7289 | 15,1 | 8,7 | 6,3 | 3,9 | 4,9 | 42 | 26 | 32 |
| 46 | 1934 | 8o96 | 11,1 | 5,7 | 4,3 | 3,2 | 3,6 | 39 | 29 | 32 |
| 47 | 3o66 | 12835 | 19,4 | 6,3 | 9,4 | 5,3 | 4,7 | 49 | 27 | 24 |
| 48 | 2o56 | 86o8 | 15,4 | 7,5 | 5,7 | 4,6 | 5,1 | 37 | 3o | 33 |
| Mittelwert | 213o | 8916 | 15,o | 7,2 | 7,5 | 4,1 | 3,4 | 5o | 27 | 23 |
| Standardab-weichung | 574 | 24o3 | 5,6 | 1,9 | 2,2 | 1,5 | 2,3 | 15 | 1o | 15 |

F. Literaturübersicht

1. Andersson, H., J. Bosaeus, T. Falkheden, M. Melkersson: Transit Time in Constipated Geriatric Patients During Treatment with a Bulk Laxative and Bran - a Comparison; Third European Nutrition Conference, Uppsala, Sweden, June 1979

2. Asp, N.-G., J. Carlstedt, A. Dahlquist, C.-G. Johansson, M. Paulsson: Nutrition and Old Age: Chemical Analyses of What Old People eat and their States of Health during 6 Years of Follow-up; Scand J Gastroenterol 14, Suppl. 57, Chap. 12, 1979, S. 128-137

3. Brodribb, A.J.M., C. Groves: Effect of Bran Particle Size on Stool Weight; Gut 19, 1978, S. 6o-63

4. Brodribb, A.J.M., D.M. Humphreys: Diverticular Disease - three studies; Br Med J, 1, 1976, S. 424-43o

5. Brodribb, A.J.M., R.E. Condon, V. Cowles, J.J. De Cosse: Effect of Dietary Fiber on Intraluminal Pressure and Myoelectrical Activity of Left Colon in Monkeys; Gastroenterology 77, 1, 1979, S. 7o-74

6. Bünte, H. et al.: Divertikulitis - eine neue Wohlstandskrankheit; Ärztliche Praxis 68, 1978, S. 1898

7. Burkitt, D.P., H.C. Trowell (Editors): Refined Carbohydrate Foods And Disease - Some Implications of Dietary Fibre; Academic Press, London 1975

8. Burkitt, D.P., A.R.P. Walker, N.S. Painter: Dietary Fiber and Disease; JAMA 229, Aug. 19, 1974

9. Burkitt, D.P., A.R.P. Walker, N.S. Painter: Effect of dietary fiber on stools and transit-times, and its role in the causation of disease; Lancet 2, 1972, S. 14o8-1411

1o. Cummings, J.H., M.J. Hill, D.J.A. Jenkins, J.R. Pearson, H.S. Wiggins: Changes in fecal composition and colonic function due to cereal fiber; Am J Clin Nutr 29, 1976, S. 1468-1473

11. Cummings, J.H., W. Branch, D.J.A. Jenkins, D.A.T. Southgate, H. Houston, W.P.T. James: Colonic Response to Dietary Fibre from Carrot, Cabbage, Apple, Bran and Guar Gum; Lancet, I/8o54, Jan 7, 1978, S. 5-9

12. Devroede, G.: Dietary fiber, bowel habits, and colonic function; Am J Clin Nutr 31, 1978, S. S 157- S 16o

13. Dorfman, S.H., Madad Ali, M.H. Floch: Low fiber content of Connecticut diets; Am J Clin Nutr 29, 1976, S. 87-89

14. Eastwood, M.A.: Fiber in the gastrointestinal tract; Am J Clin Nutr 31, 1978, S. S 3o- S 32

15. Forth, W., J. Riemann, H. Schmidt: Abführmittel - unbedenklich für die Selbstbehandlung? Deutsches Ärzteblatt 38, Sept. 1979, S. 2391-2396

16. Gögler, H.: Darmpassagezeiten in Togo (Westafrika) und Deutschland; Gastroenterol 2, 1976, S. 28o-284

17. Güller, R., M. Reber: Mechanische Dickdarmobstruktion durch Weizenkleie; Schweiz med Wochenschr 11o, 3, 198o, S. 89-91

18. Haenel, H., F. Renger, M. Rothe, K. Vetter: Ballaststoffe in der menschlichen Ernährung; Deutsches Gesundheitswesen 33, 11, 1978, S. 5o1-5o6

19. Harper, H.A., G. Löffler, P.E. Petrides, L. Weiss: Physiologische Chemie, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 1975, S. 48

2o. Harvey, R.F., K.W. Heaton, E.W. Pomare: Effects of increased dietary fiber on intestinal transit; Lancet 2, 1973, S. 1278-128o

21. Heller, S.N., L. Roos Hackler: Changes in the crude fiber content of the Americain diet; Am J Clin Nutr 31, 9, 1978, S. 151o-1514

22. Hunt, C., S. Spilsbury: Nutrient Intakes of Elderly Subjects in five Welfare Homes; Third European Nutritian Conference, Uppsala, Sweden, June 1979

23. Huth, K.: Ballaststoffe; Dtsch Med Wochenschr 1o3/44, 1978, S. 1721-1723

24. Johnson, C.K., K. Kolasa: Factors which Influence the Dietary Fiber Intake of Older Women Enrolled in a Meal Programm in Southeastern Michigan; Federation of American Societies for Experimental Biology, 62.nd Ann. Meeting, Atlantic City, New Jersey, 1978, S. 756

25. Kang, J.Y., W.F. Doe: Unprocessed bran causing intestinal obstruction; Br Med J I (6173), 1979, S. 1249-125o

26. Kasper, H.: Der Einfluß von Pflanzenfasern - Ballaststoffen auf die Nährstoffausnutzung; Internationales Symposium: Pflanzenfasern - Ballaststoffe in der menschlichen Ernährung, Berlin, Okt. 1978

27. Kasper, H.: Untersuchungen zur Höhe des Rohfaserverzehrs in Westdeutschland; Aktuelle Probleme der klin. Diätetik, Thieme Verlag, Stuttgart 1978, S. 18-21

28. Kasper, H.: Die Bedeutung der Ballaststoffe für die Entstehung und Behandlung gastroenterologischer Erkrankungen; Med Klin 74, 1979, S. 1563-1568

29. Kelsay, J.L., K.M. Behall, E.S. Prather: Effect of Fiber from Fruits and Vegetables on Metabolic Responses of Human Subjects. I. Bowel Transit Time, Number of Defecations, Fecal Weight, Urinary Excretions of Energy and Nitrogen and Apparent Digestibilities of Energy, Nitrogen and Fat; Am J Clin Nutr 31, 1978, S. 1149-1153

3o. Kirwan, W.O., A.N. Smith: Colonic Propulsion in Diverticular Disease, Idiopathic Constipation, and the Irritable Colon Syndrome; Scand J Gastroenterol 12, 1977, S. 331-335

31. Lang, K. et al.: Die wünschenswerte Höhe der Nahrungszufuhr; Empfehlungen des Ausschusses für Nahrungsbedarf der Deutschen Gesellschaft für Ernährung; Umschau Verlag, Frankfurt am Main, 1962

32. Matzkies, F., G. Berg: Das Pflanzenfasermangelsyndrom als Ursache von Zivilisationskrankheiten; Deutsches Ärzteblatt 46, 1978, S. 2735-2741

33. Matzkies, F., G. Berg, R. Kellner: Untersuchungen zur Wirkung der Weizenkleie auf die Stuhlproduktion, den Stoffwechsel und den Mineralhaushalt; Sonderdruck: Ernährung und Umwelt - Eine Bestandsaufnahme; Symposium Schlangenbad 1976, Hrsg.: K. Schreier, J. Eckert, Thieme Verlag, Stuttgart 1977

34. Mc Cance, R.A., K.M. Prior, E.M. Widdowson: A radiological study of the rate of passage of brown and white bread through the digestive tract of man; Br J Nutr 7, 1953, S. 98-1o4

35. Mc Cance, R.A., E.M. Widdowson: The Composition of Foods, by A.A. Paul and D.A.T. Southgathe; Elsevier/North Holland Biomedical Press, 4. Aufl., London 1978

36. Mc Lean Baird, J., R.L. Walters, P.S. Davies, M.J. Hill, B.S. Drasar, D.A.T. Southgate: The Effects of Two Dietary Fibre Supplements on Gastrointestinal Transit, Stool Weight and Frequency, and Bacterial Flora, and Fecal Bile Acids in Normal Subjects; Metabolism 26, 2, 1977, S. 117-128

37. Miller, B.: Bedeutung der Ballaststoffe für die Entstehung und Behandlung gastrointestinaler Erkrankungen; Aktuelle Ernährungsmedizin, Suppl. 2, 1977, S. 67-68

38. Robertson, J., W.G. Brydon, K. Tadesse, P. Wenham, A. Walls, M.A. Eastwood: The effect of raw carrot on serum lipids and colon function; Am J Clin Nutr 32, 1979, S. 1889-1892

39. Rottka, H.: Verzehr von Pflanzenfasern-Ballaststoffen in der Bundesrepublik Deutschland; Vortrag beim Internationalen Symposium: Pflanzenfasern - Ballaststoffe in der menschlichen Ernährung, Berlin, Okt. 1978

4o. Schlettwein-Gsell, D.: Erhebungen über Ernährung von alten Menschen; in: Zur Ernährungssituation der schweizerischen Bevölkerung (Brubacher, G., Ritzel, G., Hrsg.), Bern-Stuttgart-Wien: H. Huber, 1975, S. 83-98

41. Siegers, C.-P.: Nebenwirkungen von Arzneimitteln, 1. Laxantien; Der Praktische Arzt 34, 1978, S. 4321-4327

42. Sleisenger, M.H., J.S. Fordtran: Gastrointestinal Disease; W.B. Saunders Company, 2. Auflage, Philadelphia-London-Toronto, 1978, S. 368-369

43. Souci, S.W., H. Bosch: Lebensmitteltabellen für die Nährwertberechnung; Wissenschaftliche Verlags GmbH, 2. Auflage, Stuttgart, 1978

44. Stasse-Wolthuis, M., J.G.A.J. Hautvast, R.J.J. Hermus et al.: The effect of a natural high-fiber diet on serum lipids, fecal lipids, and colonic function; Am J Clin Nutr 32, 1979, S. 1881-1888

45. Taylor, J., H.L. Duthie: Bran tablets and diverticular disease; Br Med J, 1, 1976, S. 988-99o

46. Thomas, B., U. Rienermann: Die Rohfaseraufnahme in den letzten 1oo Jahren; Ernährungsumschau 23, 1o, 1976, S. 3o1-3o3

47. Thomas, B.: Beeinflussung des Stoffwechsels durch Ballaststoffe; Aktuelle Ernährungsmedizin, Suppl. 2, 1977, S. 61-66

48. Trowell, H.C.: Western Diseases, Western Diets and Fibre; East Afr Med J 55, 6, 1978, S. 283-289

49. Weinreich, J.: Dietary fiber in Nutrition; Vortrag beim Internationalen Symposium: Pflanzenfasern - Ballaststoffe in der menschlichen Ernährung, Berlin, Okt. 1978

5o. Wyman, J.B., K.W. Heaton, A.P. Manning, A.C.B. Wicks: The effect on intestinal transit and the feces of raw and cooked bran in different doses; Am J Clin Nutr 29, 1976, S. 1474-1479

Dem Referenten, Herrn Prof. Dr. med. H. Kasper, danke ich herzlich für die Überlassung des Themas sowie für die jederzeit freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit und der Abfassung des Textes.

Dem Direktor der Klinik, Herrn Prof. Dr. med. K. Kochsiek, danke ich für die Übernahme des Korreferats.

Weiterhin danke ich Fräulein M. Wild, Diätassistentin, für ihre wertvolle Anleitung und Hilfe im praktischen Teil der Arbeit.

# L e b e n s l a u f

Am 12. September 1956 wurde ich als Tochter des Volksschullehrers Dietmar Seemann und seiner Ehefrau Maria, geb. Damberger, in München geboren.

Von 1962 bis 1966 besuchte ich in Germering die Volksschule, von 1966 an das Max-Born-Gymnasium. Im Jahre 1971 trat ich auf das Graf-Rasso-Gymnasium Fürstenfeldbruck über, wo ich 1975 die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1975/76 studierte ich Mathematik und Chemie an der Technischen Universität München.

Das Medizinstudium begann ich im Sommersemester 1976 an der Ludwig-Maximilians-Universität München und legte dort die Ärztliche Vorprüfung (März 1978) und den 1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (März 1979) ab. Danach wechselte ich an die Universität Würzburg, wo ich im März 1981 den 2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung bestand. Im Praktischen Jahr (April 1981 bis März 1982) wurde ich in den Fächern Chirurgie und Innere Medizin am Lehrkrankenhaus Ansbach, in Dermatologie an der Universitäts-Hautklinik Würzburg ausgebildet. Das Medizinstudium schloß ich im April 1982 mit dem 3. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung ab. Am 23. April 1982 wurde mir die Approbation als Ärztin erteilt.

Am 6. November 1981 heiratete ich den Medizinstudenten Wolfgang Scheppach.

Würzburg, den 13. Mai 1982

Renate Scheppach

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80